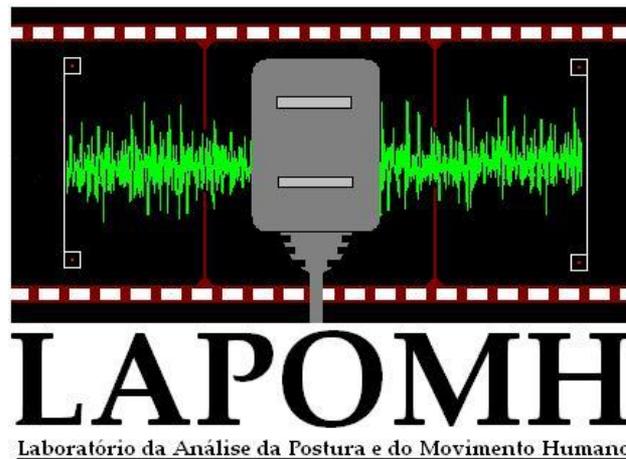




# Eletromiografia de Superfície para Estudos Cinesiológicos



# eletromiografia



## Tópicos do I Curso de sEMG Cinesiológica do LAPOMH

---

1. O registro do sinal sEMG
2. Origem do sinal sEMG
3. Processamento do Sinal SEMG
  - 4.1. Sinal não-processado
  - 4.2. Análises temporais
  - 4.3. Análises espectrais

An anatomical model of a human figure in a running posture, showing the skeletal structure and muscles. The figure is positioned in a dynamic, forward-leaning stance, with the right leg extended forward and the left leg pushing off. The muscles are rendered in a reddish-brown color, and the bones are a lighter, yellowish-tan hue. The background is solid black, which makes the anatomical details stand out. The text "O REGISTRO ELETROMIOGRÁFICO" is overlaid in white, bold, sans-serif font across the middle of the image.

# O REGISTRO ELETROMIOGRÁFICO

# eletromiografia



Fundamentação

## O QUE É ELETROMIOGRAFIA ???



**DETECÇÃO E REGISTRO DA ATIVIDADE ELÉTRICA DO TECIDO MUSCULAR**

# eletromiografia



Aplicações Diretas da Técnica de Detecção de Potenciais de Ação

---

**Eletroneuromiografia**

**Eletromiografia**

# eletromiografia



## Eletroneuromiografia

---

Observação, análise e interpretação do potencial bioelétrico produzido no nervo por uma atividade voluntária ou eletricamente induzida

# eletromiografia



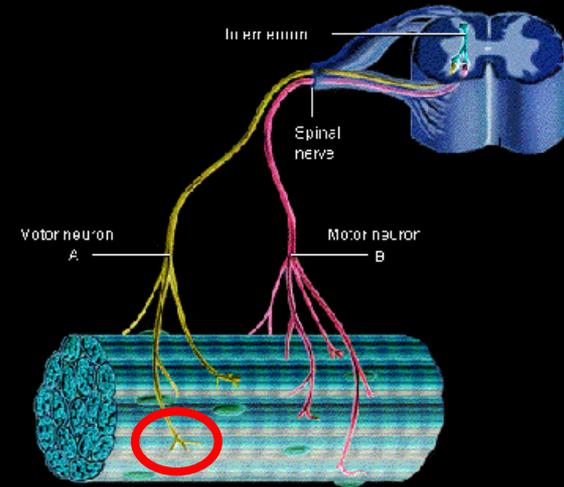
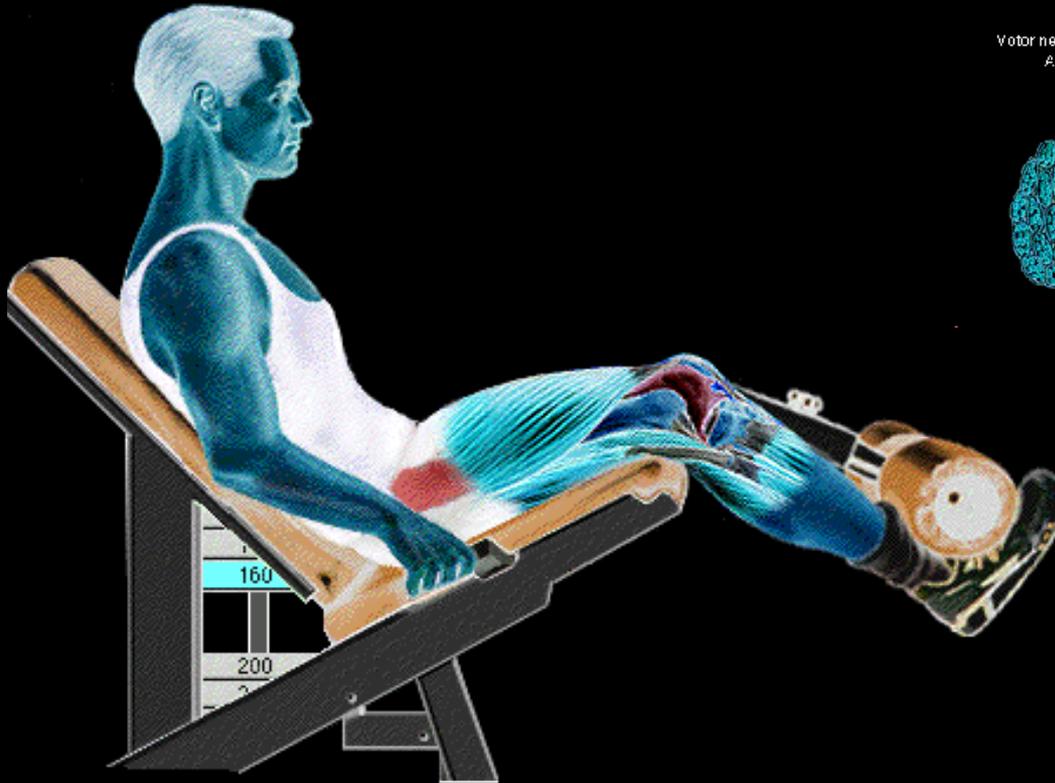
## Eletroneuromiografia

---

- Determinação da integridade do sistema neuromuscular
- Capaz de detectar desordens do neurônio motor inferior (LNP)
- Teste de Velocidade de Condução Nervosa através de potencial evocado

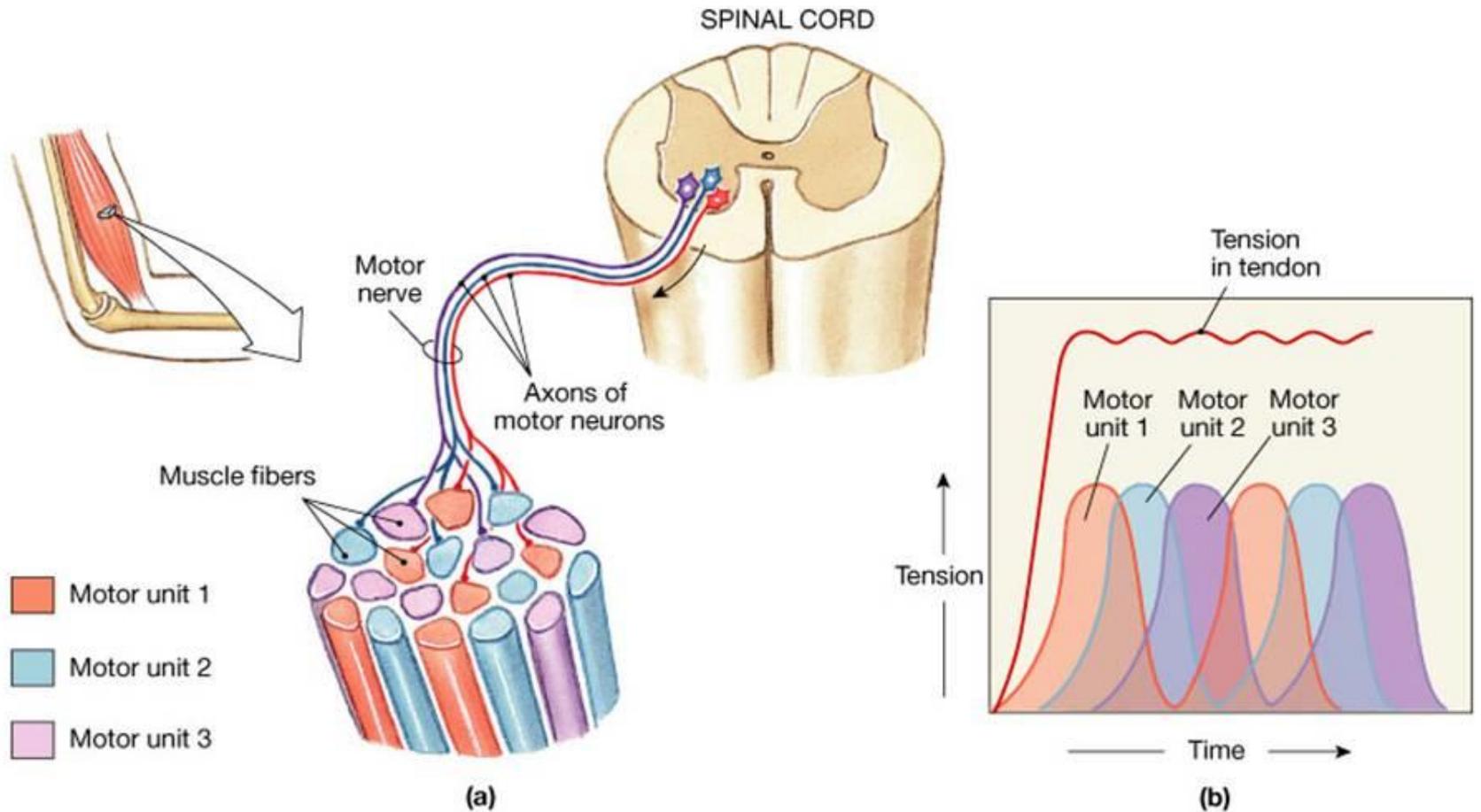
# eletromiografia

Detecção e registro da atividade elétrica do tecido muscular



# eletromiografia

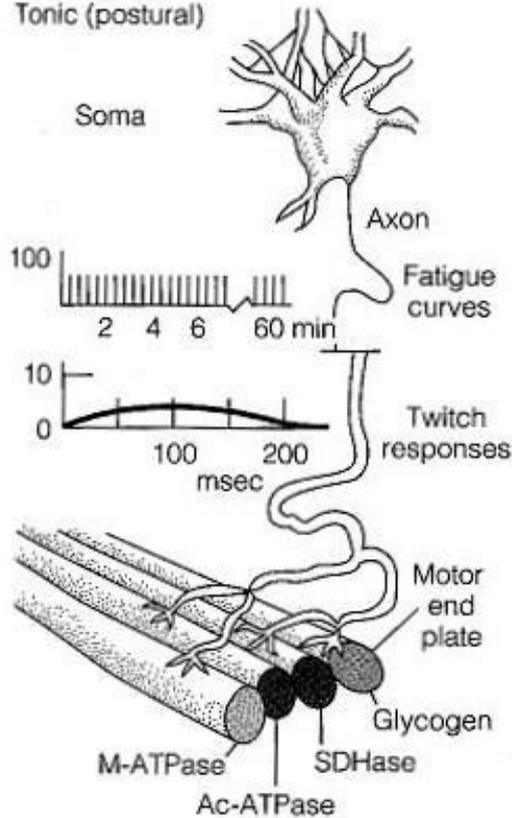
## Arranjo das unidades motoras no músculo esquelético



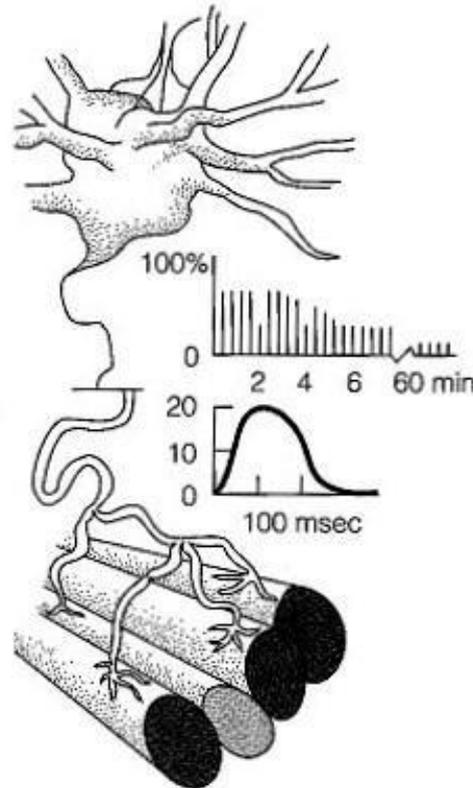
# electromiografia

## Tipos de Fibra Muscular

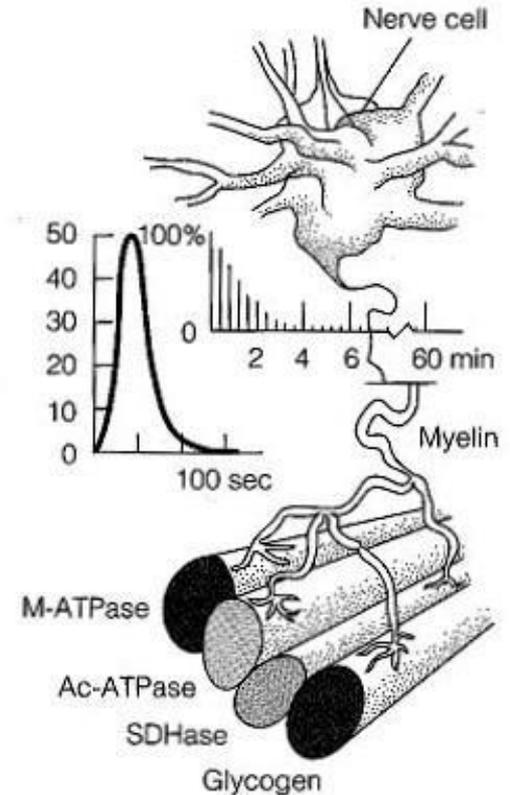
Type I  
Slow twitch (ST)  
Slow (S)  
Slow, oxidative (SO)  
Intermediate  
Tonic (postural)



Type IIa  
Fast twitch (FT)  
Fast, fatigue-resistant (FR)  
Fast, oxidative glycolytic (FOG)  
Red  
Phasic



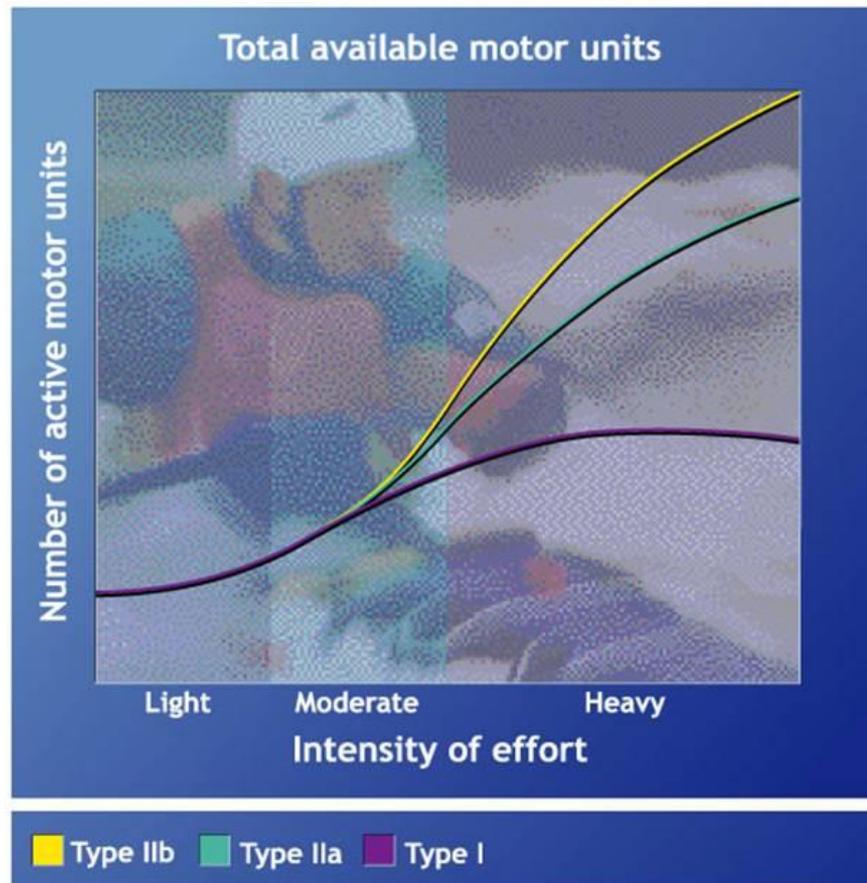
Type IIb  
Fast twitch (FT)  
Fast, fatigable (FF)  
Fast, glycolytic (FG)  
White  
Phasic



# electromiografia



## Recrutamento Motor



**Figure 19.14.** Recruitment of slow-twitch (type I) and fast-twitch (type IIa and b) muscle fibers (motor units) in relation to exercise intensity. More-intense exercise progressively recruits more fast-twitch fibers.

# eletromiografia



## Aplicações do Registro SEMG

**Relação  
EMG/Força**

**Dinamometria**

**Domínio do Tempo:**  
Integrada  
RMS  
Envoltório Linear

**Onset  
Timing**

**Redução do ruído**

**Fadiga**

**Redução do ruído**  
Conhecimento sobre  
fisiologia de contração  
muscular

**Domínio  
do Tempo**

**Domínio da  
Frequência**

**Padrão  
de  
Movimento**

**Conhecimento  
Mecânica**

**Domínio do Tempo:**  
Envoltório Linear  
Normalização

**Domínio da  
Frequência**

# eletromiografia



Carlo J. De Luca – 1997

*“Electromyography is a seductive muse because it provides easy access to physiological processes that cause the muscle to generate force, produce movement, and accomplish the countless functions that allow us to interact with the world around us... To its detriment, electromyography is too easy to use and consequently too easy to abuse”*

*“A eletromiografia é uma musa sedutora que provê uma fácil acesso a processos fisiológicos que levam o músculo a gerar força, produzir movimento e levar a cabo as funções que nos permite interagir com o mundo ao nosso redor... Em detrimento, a eletromiografia é fácil de se usar e, conseqüentemente, fácil de se abusar.*

# eletromiografia



## Vantagens relacionadas à sEMG

---

Não-invasiva

Avaliações realizadas em vivo (durante a contração voluntária ou eletricamente eliciada)

As mudanças no sinal podem ser visualizadas em tempo real ou quase real

O recrutamento pode ser estudo ao longo do tempo em um mesmo voluntário

Medidas quantitativas de amplitude e frequência podem ser obtidas

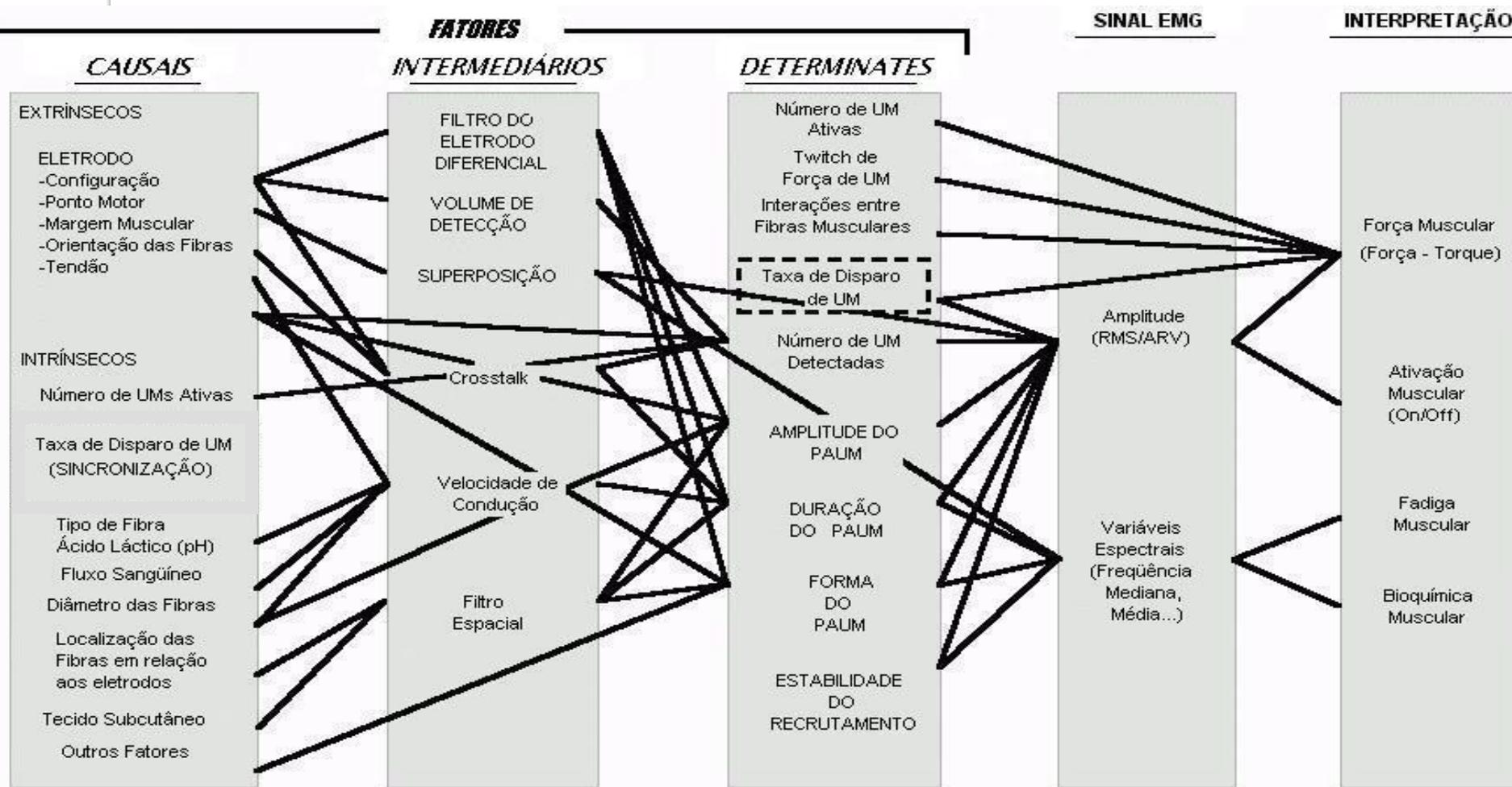
A contribuição neuromuscular para produção de força pode ser estudada

Cientificamente corresponde a um campo fértil para desenvolvimento de estudos

# eletromiografia



## Variáveis que influenciam o sEMG



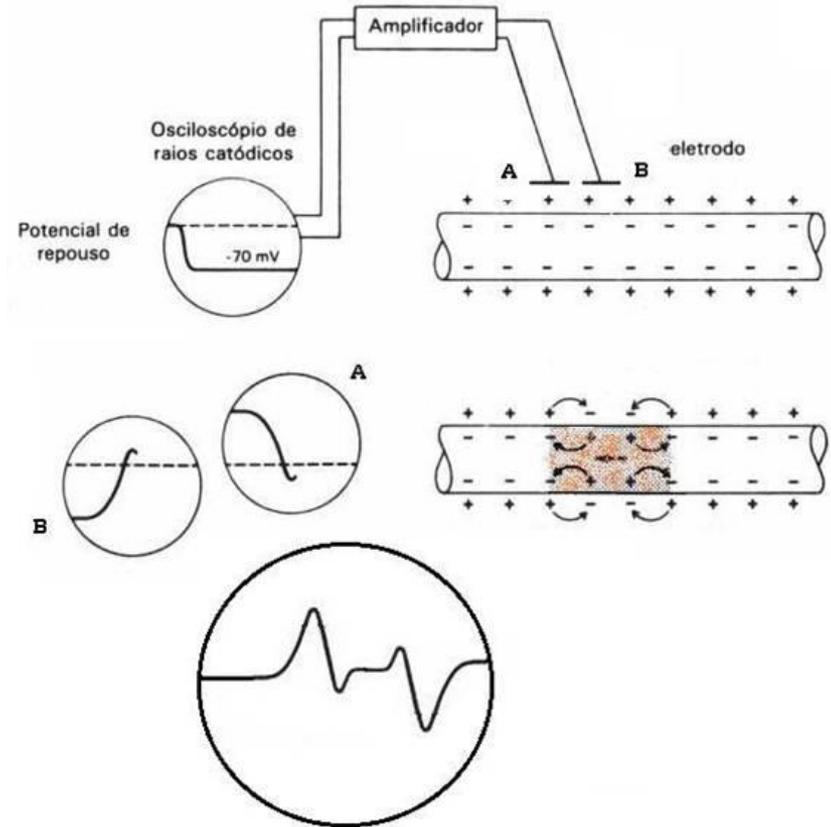
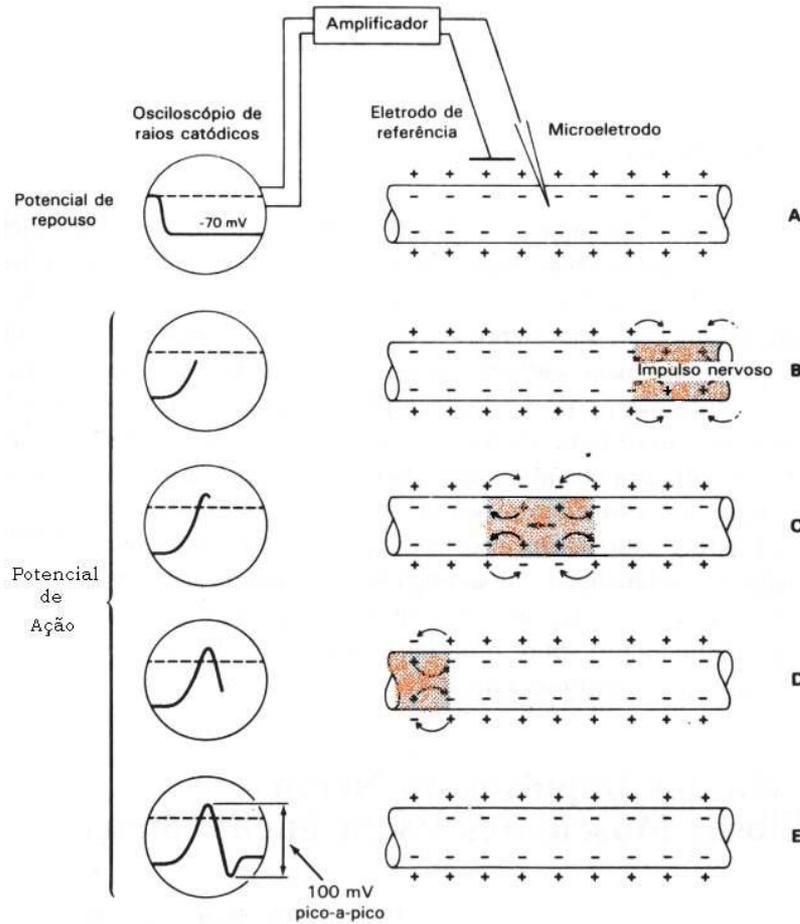
# eletromiografia



PAUM – Dentro da Fibra

versus

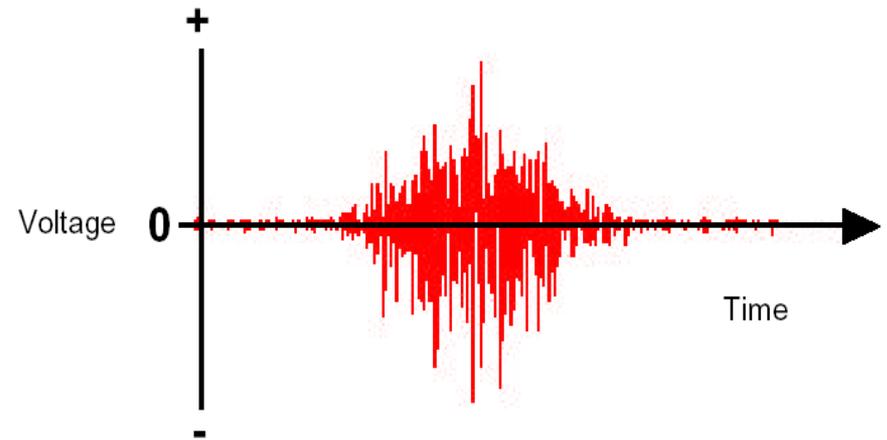
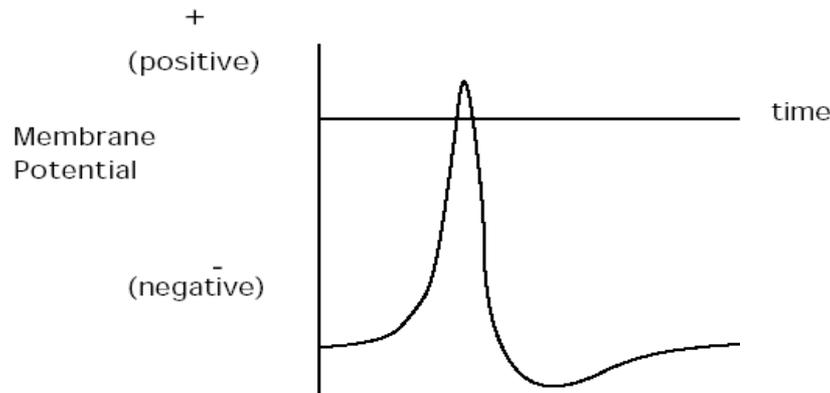
PAUM – Fora da Fibra



# eletromiografia



## O registro sEMG

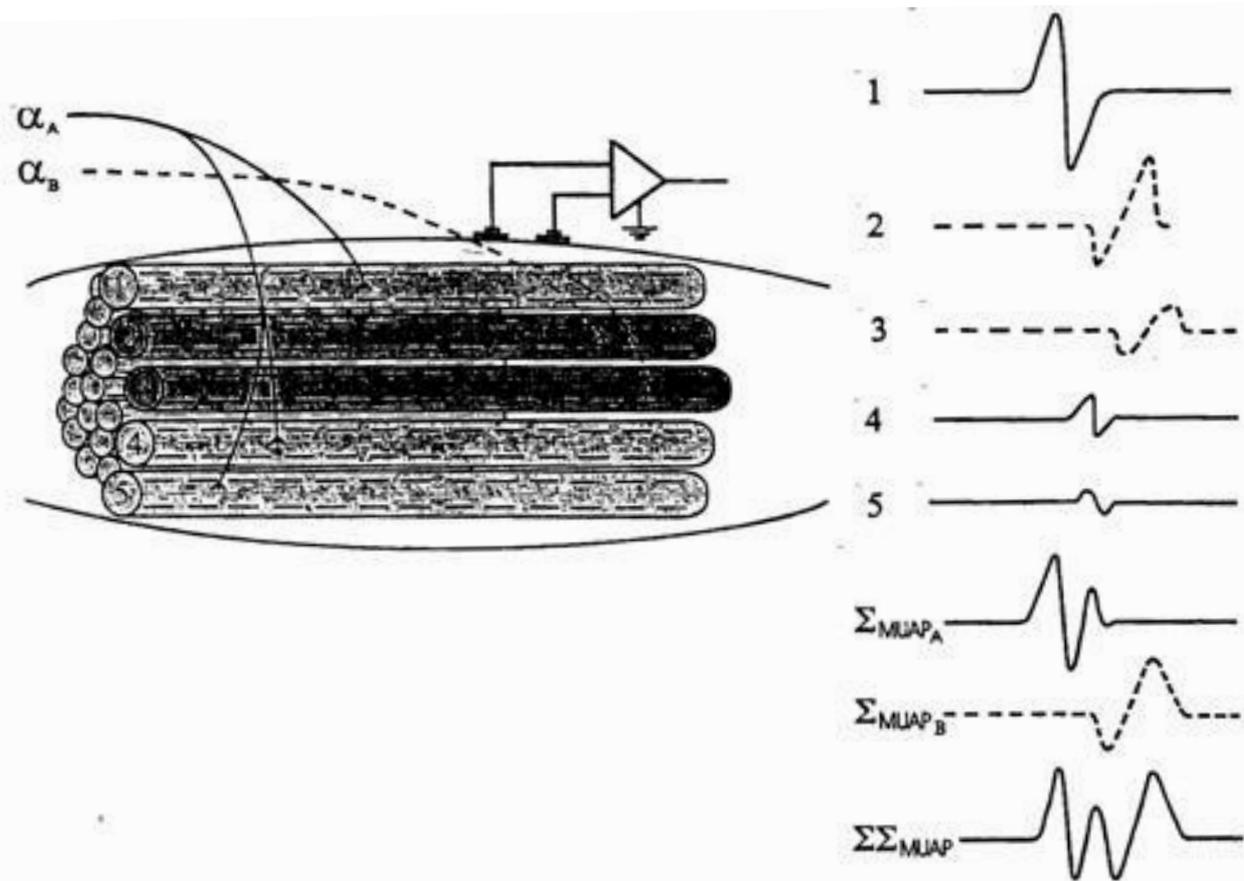


O sEMG corresponde ao registro de potenciais de ação de uma porção maior do músculo, sendo formado por vários potenciais de ação de unidades motoras

# electromiografia



## O registro sEMG

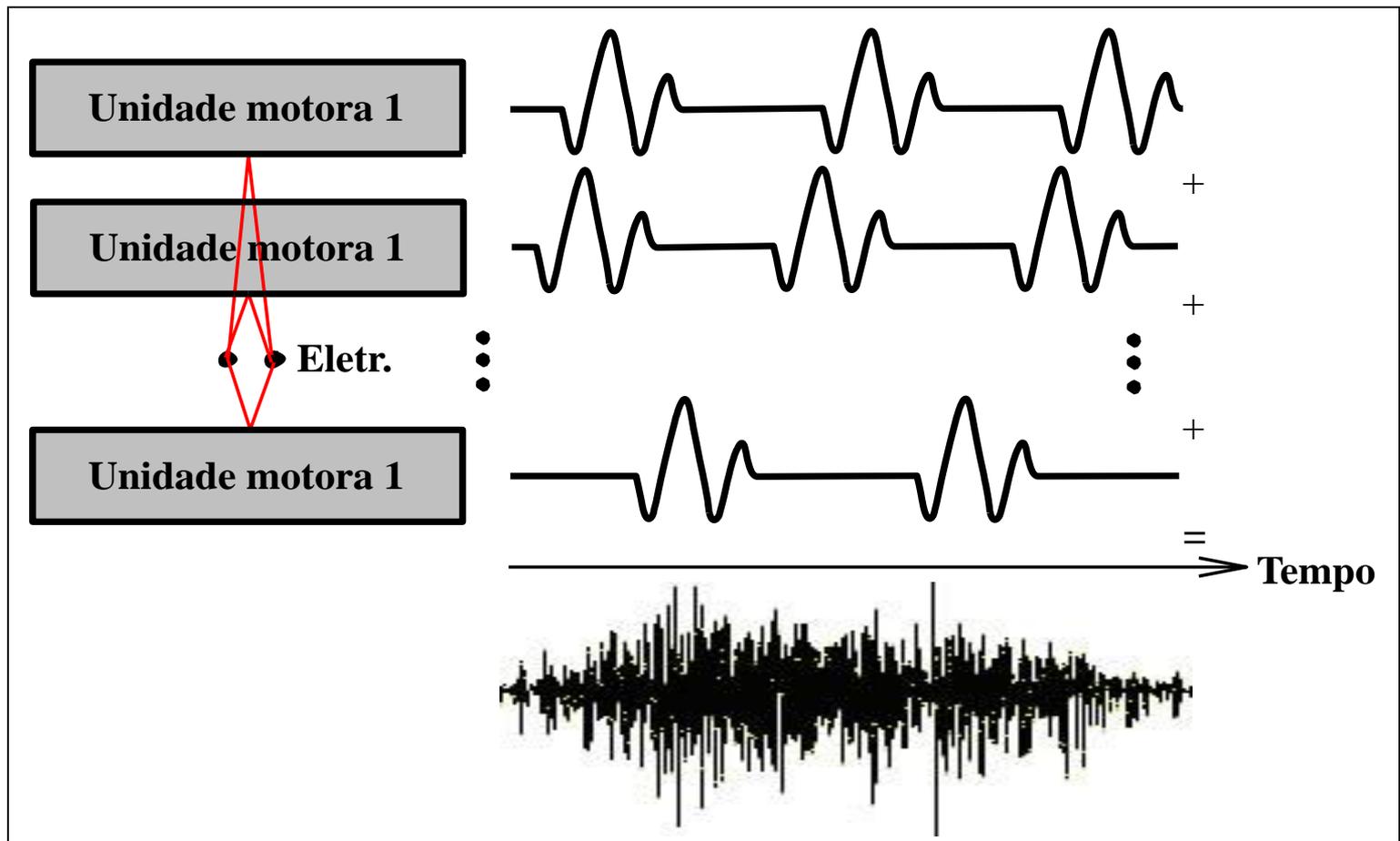


**FIG. 1.** The motor unit action potential (AP) is comprised of numerous individual muscular fiber APs firing near-simultaneously. An electromyogram is an algebraic composite of all currently active motor unit APs. Only two motor units are shown here for clarity. Motor unit action potential A ( $MUAP_A$ ) is represented by solid lines, whereas  $MUAP_B$  is represented by dashed lines.  $\Sigma\Sigma_{MUAP}$  represents the sum of the two motor units.

# eletromiografia



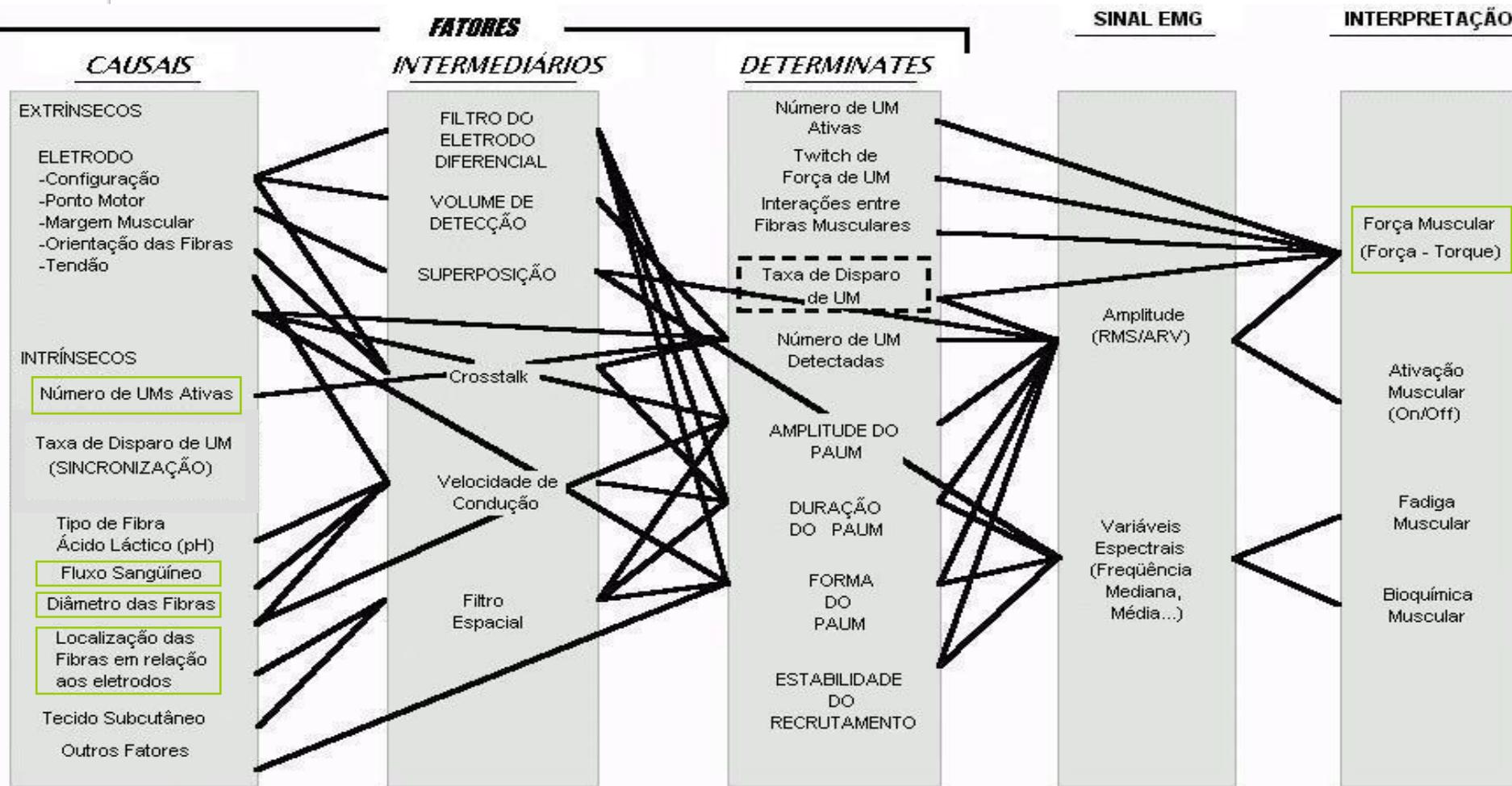
## EMG de Superfície



# eletromiografia

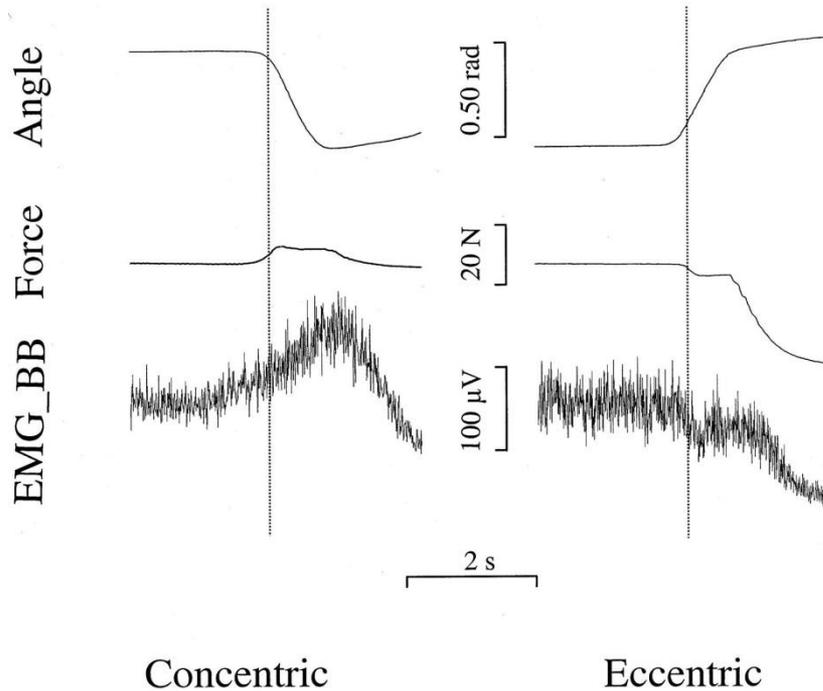


## Variáveis que influenciam o sinal EMG de superfície



# eletromiografia

Fang Y, Siemionow V, Sahgal V, Xiong F, Yue GH. Greater movement-related cortical potential during human eccentric versus concentric muscle contractions. J Neurophysiol. 2001 Oct;86(4):1764-72



Exemplo de ângulo articular, força e sEMG (bíceps braquial) para as contrações excêntrica (direita) e concêntrica (esquerda) de um voluntário. A linha vertical indica o tempo de acionamento do *trigger*. Note a força aumenta durante a contração concêntrica e diminui na excêntrica a partir da linha de base (força isométrica)



## Relação sEMG – força

---

- A fisiologia da geração de força é bem conhecida, mas como a força gerada se relaciona com a atividade sEMG?
- De forma resumida, não há uma relação entre o sinal e a força muscular. No entanto, empiricamente é possível observar que a amplitude do sEMG aumenta com o aumento da força isométrica
- Baseado nesta observação, a amplitude sEMG pode ser usada para estimar a força durante contrações isométricas
- Como relatado, muitos fatores influenciam a relação entre a força e a amplitude do sinal sEMG



## Relação sEMG e força

### Relação linear, quase linear e não linear

#### CONTRAÇÕES ISOMÉTRICAS

Em contrações dinâmicas: relação comprimento x tensão

##### Contração Concêntrica

Encurtamento do músculo causa aumento da EMG?

##### Contração Excêntrica

Alongamento do músculo causa diminuição da EMG?

##### Contração Isocinética

Velocidade x Tensão

# eletromiografia



## Relação EMG-Força

---

### Vantagens do estudo de contrações isométricas

- Estabilidade de Recrutamento
- Volume de Captação
- Relação Comprimento –Tensão

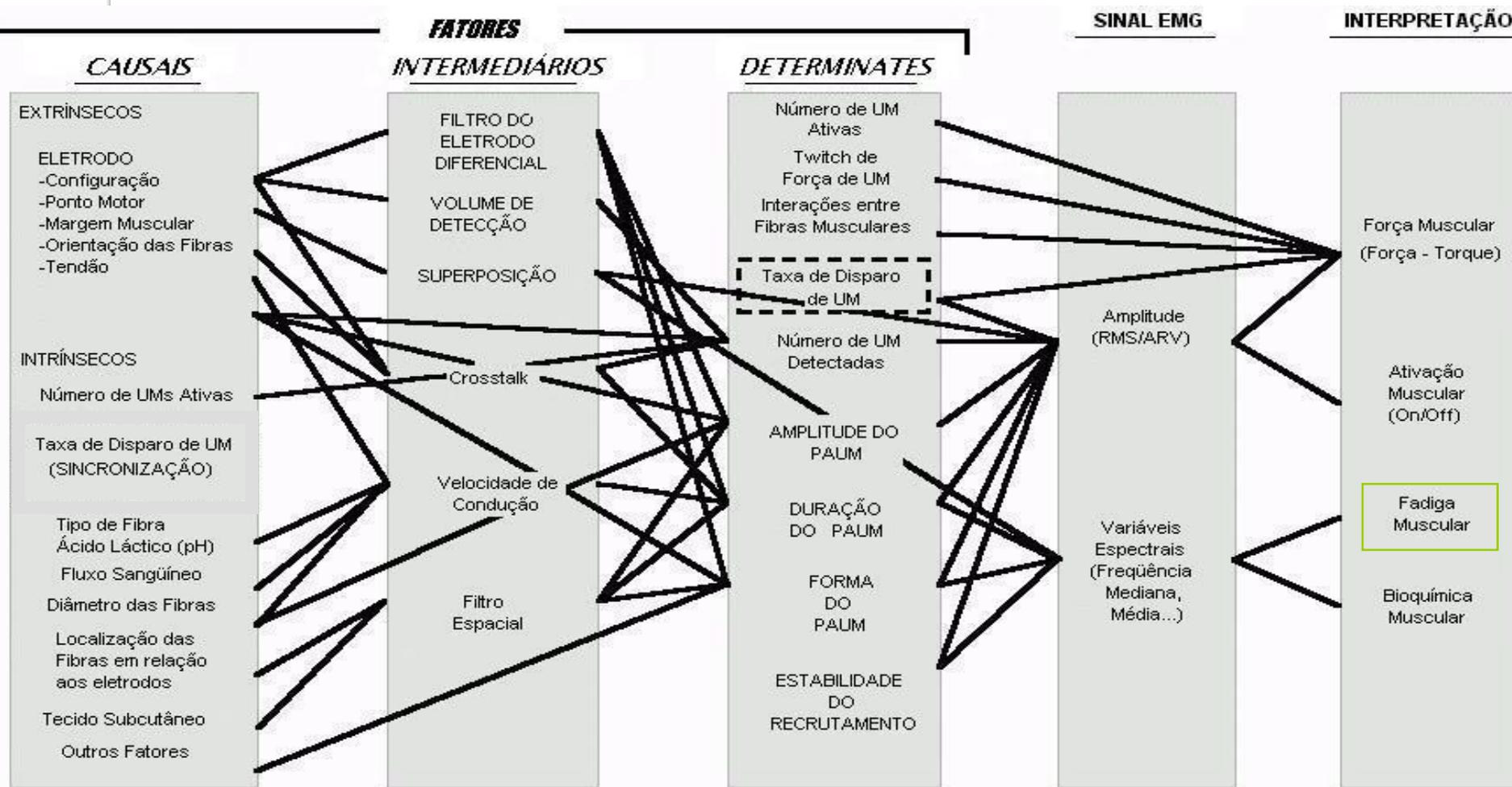
### Desvantagens do estudo de contrações isométricas

- Controle do Nível de Esforço
  - Saturação da Captação
- Crosstalk - Contribuição de Sinergistas
  - Diminuição do Fluxo Capilar
    - Fadiga

# eletromiografia



## Variáveis que influenciam o sEMG



# eletromiografia



## Fadiga – definição operacional para eletromiografia

---

**Conceito:** Fadiga designado para monitorar ou medir a deterioração da performance do ser humano.

Grande maioria dos métodos para medir fadiga são subjetivos (depende de um observador para analisar a tarefa desenvolvida) - ponto de falha

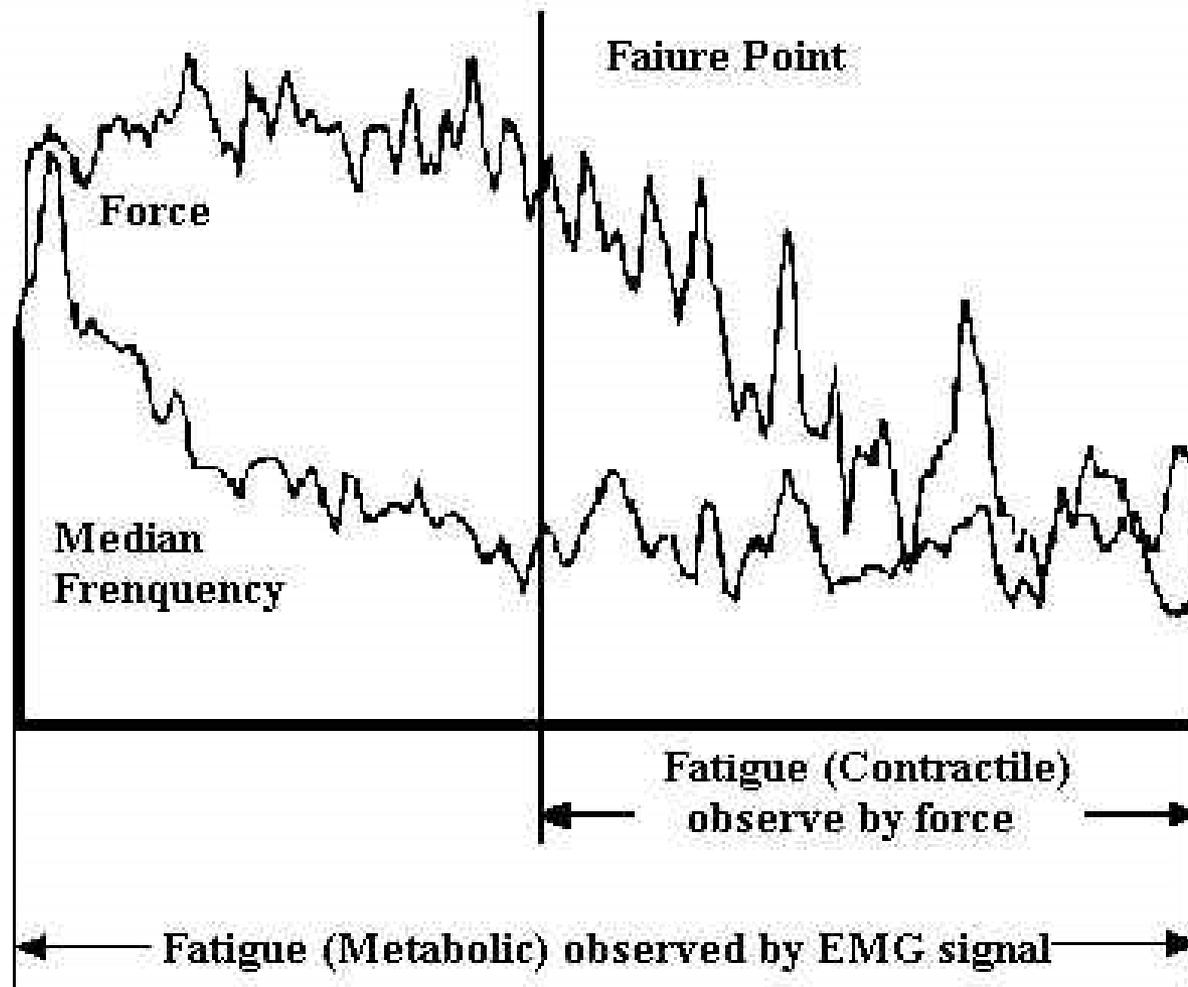
Engenheiros e Físicos consideram a fadiga como sendo um processo Tempo - Dependente.

Análises bioquímicas e fisiológicas do músculo e SNC mudanças Tempo - Dependentes indicativos do processo de fadiga

# eletromiografia

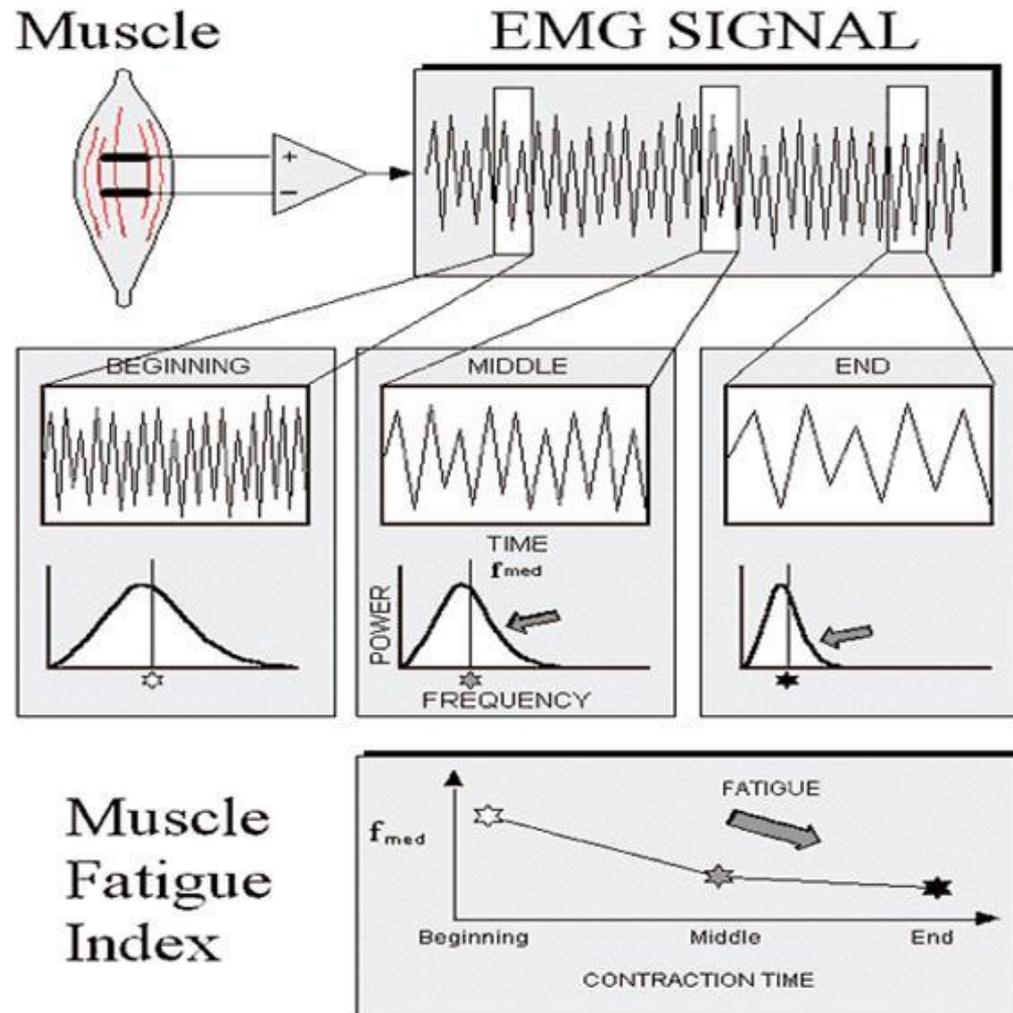


## Fadiga versus força versus eletromiografia



# eletromiografia

## Fadiga versus força versus eletromiografia



# eletromiografia



**... O que muda as frequências  
que compõem  
o sinal EMGS?**



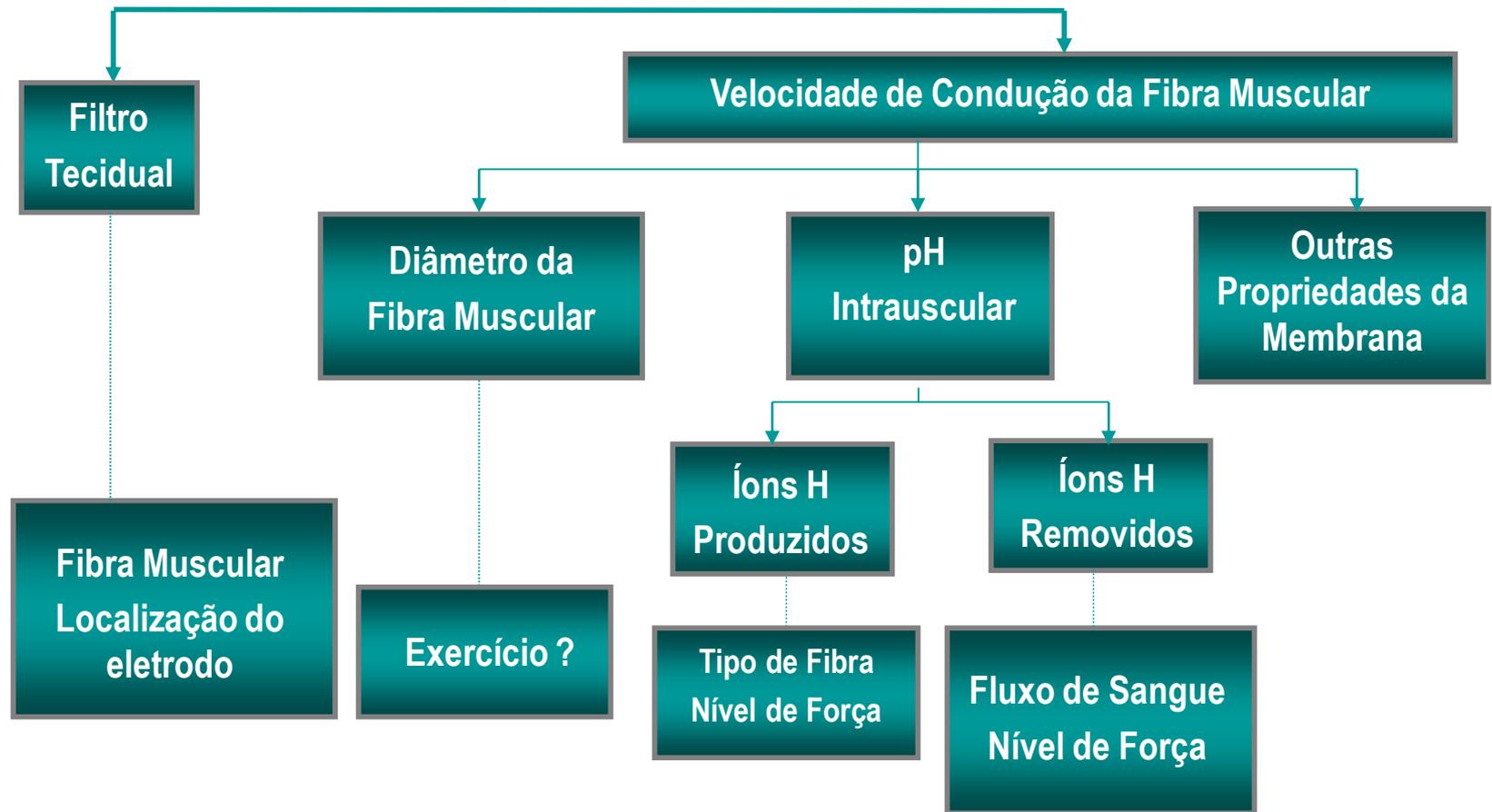
**Velocidade de condução na fibra muscular**

**Recrutamento das unidades motoras**

**Frequência de disparo das unidades motoras**

# eletromiografia

Forma do potencial de ação de unidade motora



# eletromiografia



## Comportamento das freqüências características

---

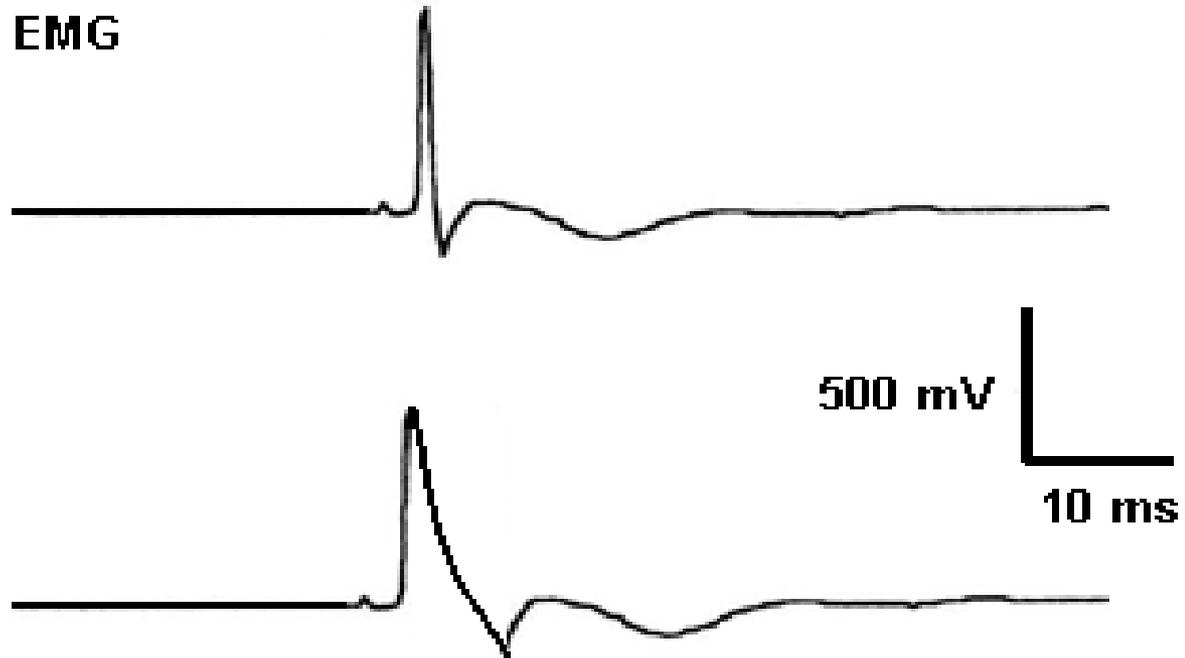
### Diminuição da freqüência média e mediana

- Pode diminuir até 50% do valor inicial em uma contração isométrica sustentada de força constante
- Tempo de recuperação: 4 - 5 min
- Influenciadas pela oclusão sangüínea
- Influenciadas pela alteração de temperatura
- Naeije & Zorn (1982): alteração da freqüência média e a média diminuição da velocidade de condução

# eletromiografia



Forma do potencial de ação de unidade motora



# eletromiografia



## Fatores que afetam a frequência do sinal SEMG

- A investigação da alteração da frequência do sinal EMG necessita de uma análise de seu espectro, que depende de modelos matemáticos
- Os modelos matemáticos dependem das estatísticas da descarga da UM e a forma dos potenciais de ação

Valor de RMS

Cruzamento em zero/Turns (sinal bruto)

FFT - DEP - Frequências característica (média, mediana e moda)

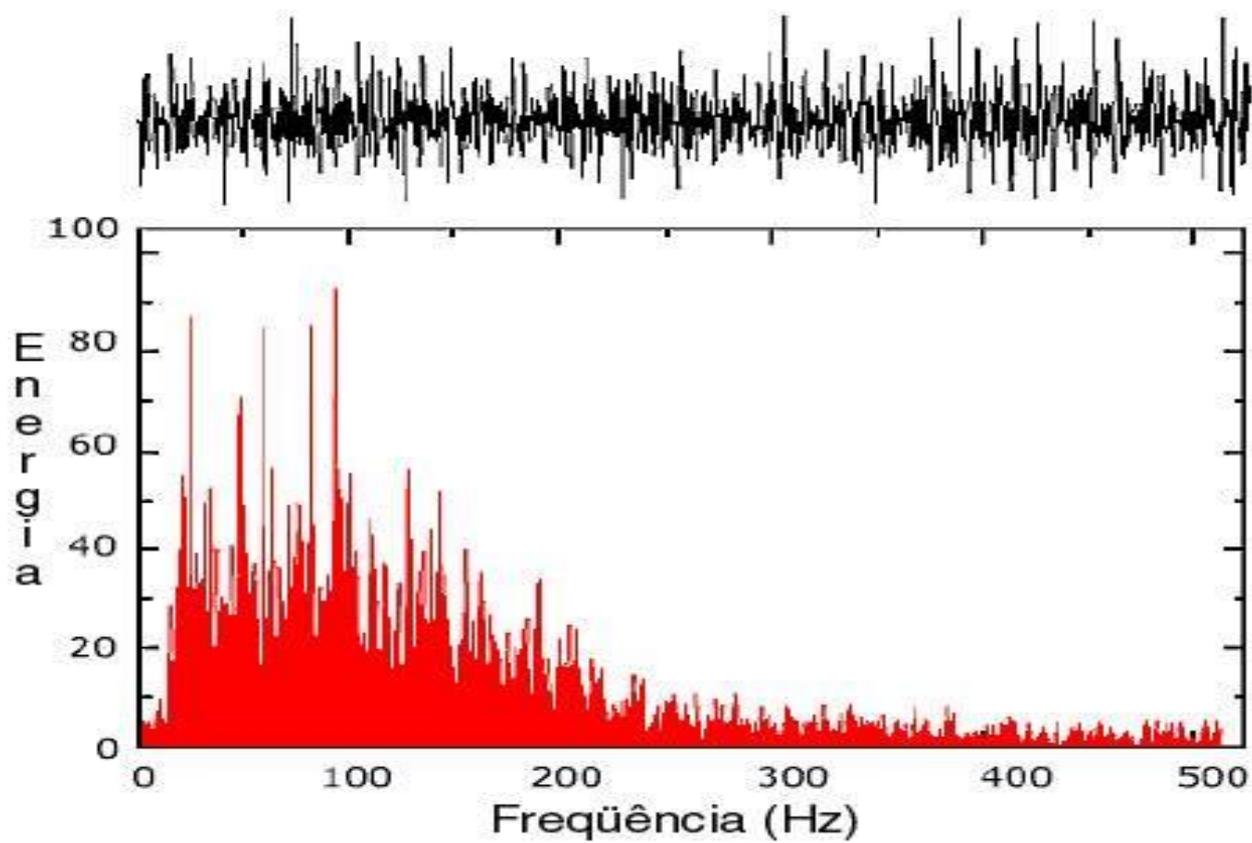
A partir das equações matemáticas pode-se observar:

- Aumento da taxa de disparo das UM
- Alteração na forma de onda dos PAUM
- Modificação das características da frequência de disparo da unidade motora

# eletromiografia



## Conteúdo Espectral do EMGS

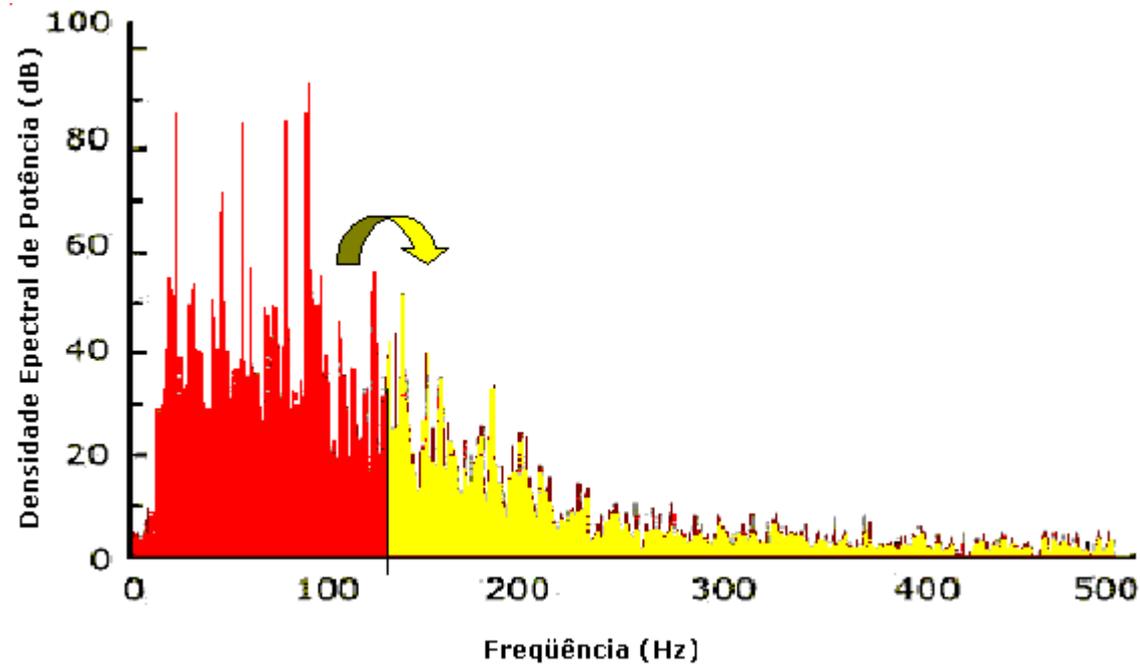


# eletromiografia



## Freqüências Características

**Freqüência Mediana** – aquela que representa a divisão geométrica do espectro em duas áreas de mesma amplitude (soma integral).



# eletromiografia



Sinal sEMG Processado – Espectral

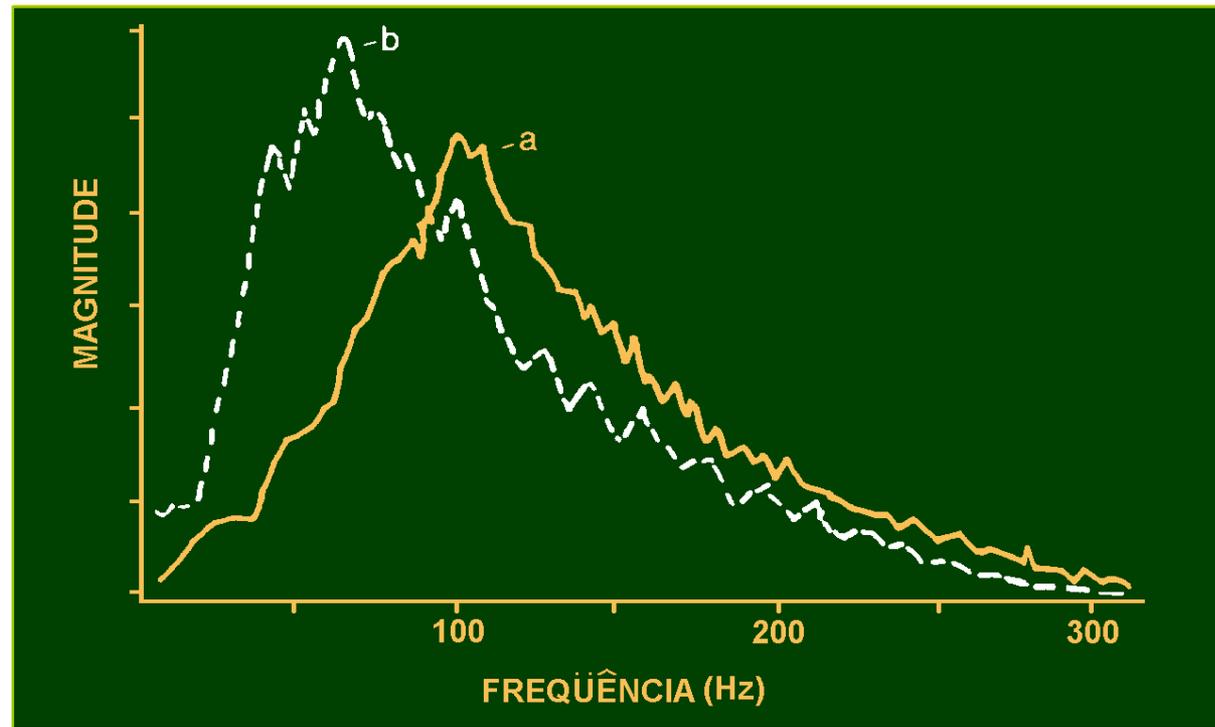


Diagrama representativo da mudança da potência espectral do sinal EMG antes (a) e após (b) o uma situação de fadiga muscular. A frequência mediana da DEP diminui durante contrações fadigáveis.

# eletromiografia



## Índice de Fadiga – SLOPE

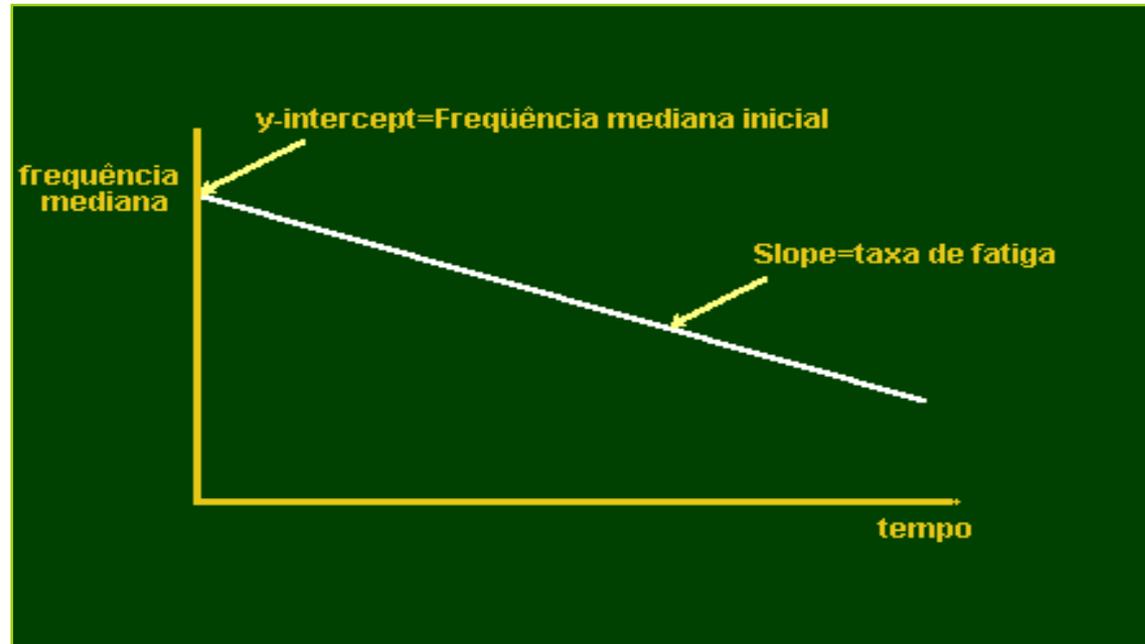
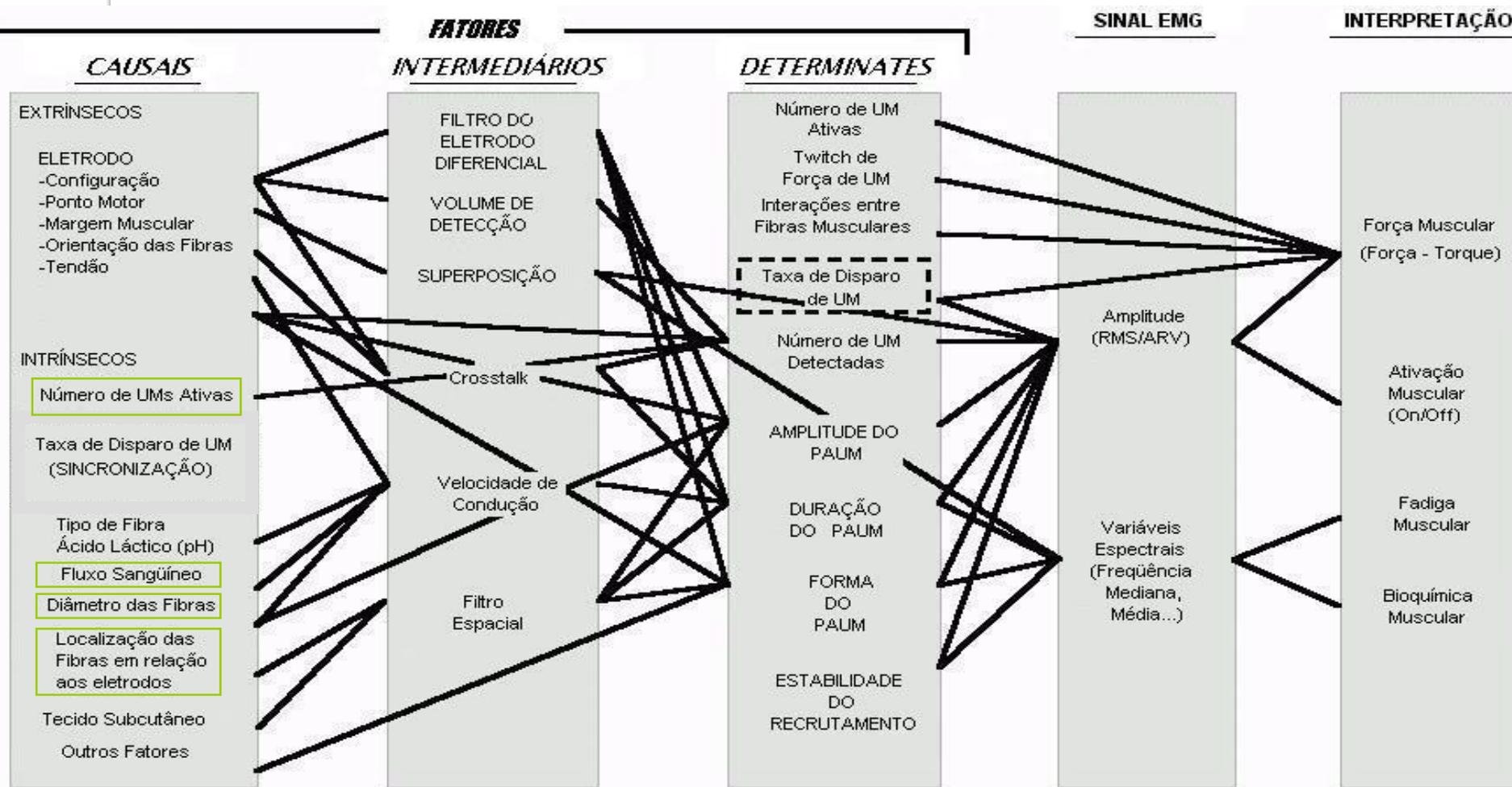


Diagrama representativo da mudança da frequência mediana durante todo o tempo de uma contração fadigável. Os dados são analisados por regressão linear a partir da qual são derivados o *slope* (taxa de fadiga) e *y-intercept* (frequência mediana inicial) são derivados.

# eletromiografia

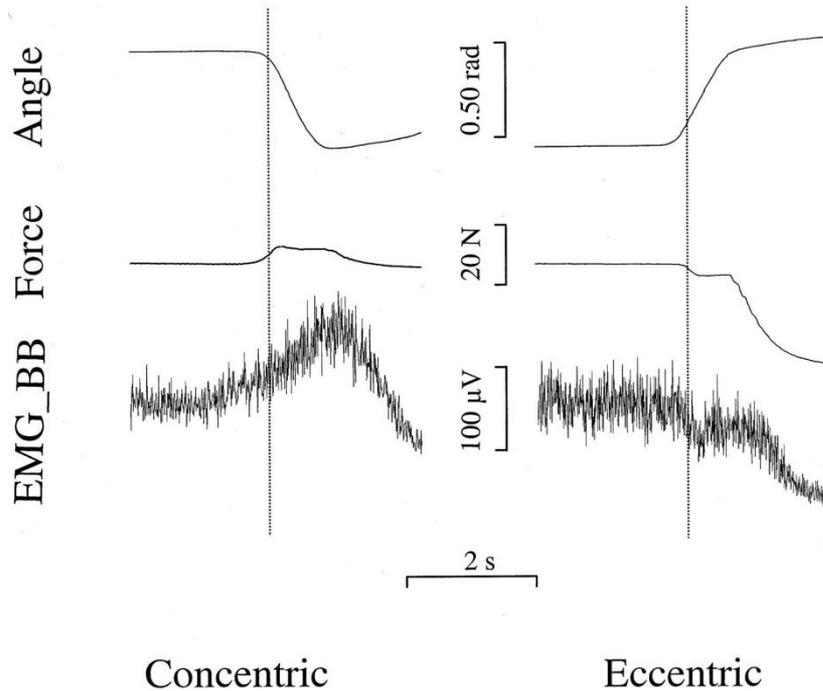


## Variáveis que influenciam o sinal EMG de superfície



# eletromiografia

Fang Y, Siemionow V, Sahgal V, Xiong F, Yue GH. Greater movement-related cortical potential during human eccentric versus concentric muscle contractions. J Neurophysiol. 2001 Oct;86(4):1764-72



Exemplo de ângulo articular, força e sEMG (bíceps braquial) para as contrações excêntrica (direita) e concêntrica (esquerda) de um voluntário. A linha vertical indica o tempo de acionamento do *trigger*. Note a força aumenta durante a contração concêntrica e diminui na excêntrica a partir da linha de base (força isométrica)

# electromiografia

Komi PV, Linnamo V, Silventoinen P, Sillanpaa M. Force and EMG power spectrum during eccentric and concentric actions. Med Sci Sports Exerc. 2000 Oct;32(10):1757-62

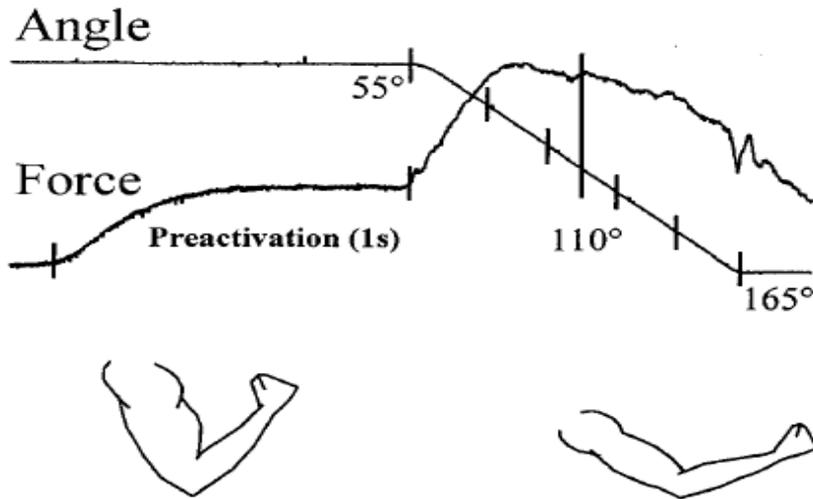


Figure 2—An example of the preactivation phase before eccentric action.

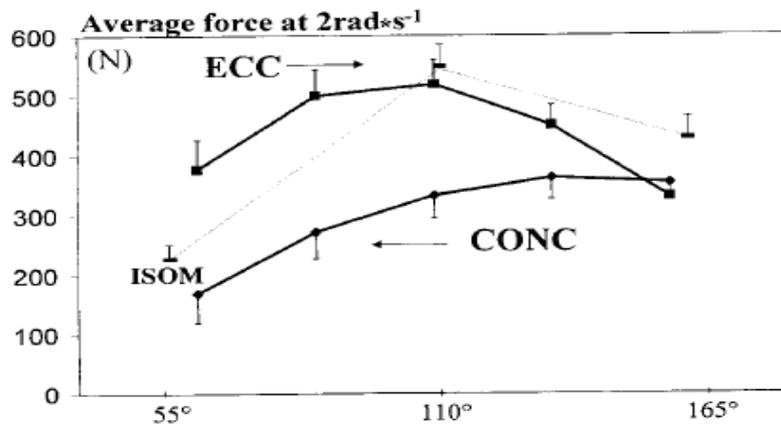


Figure 3—Average force in eccentric (ECC), isometric (ISOM), and concentric (CONC) action at  $2 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ .

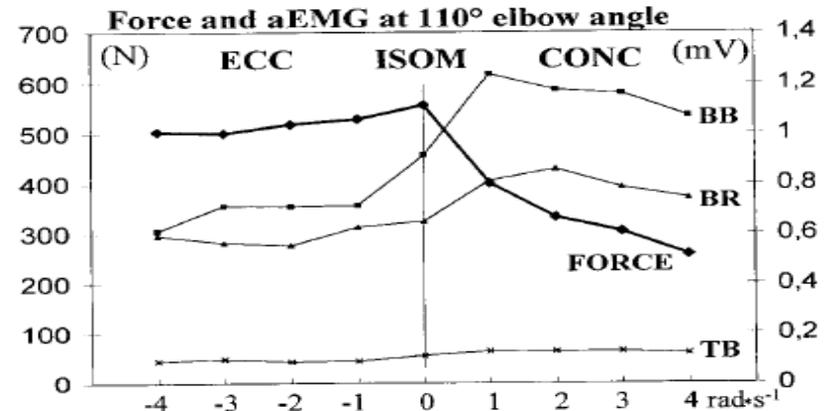


Figure 5—Force and aEMG of biceps brachii (BB), brachioradialis (BR) and triceps brachii (TB) with different movement velocities in eccentric, isometric and concentric action at elbow angle  $110^\circ$ .

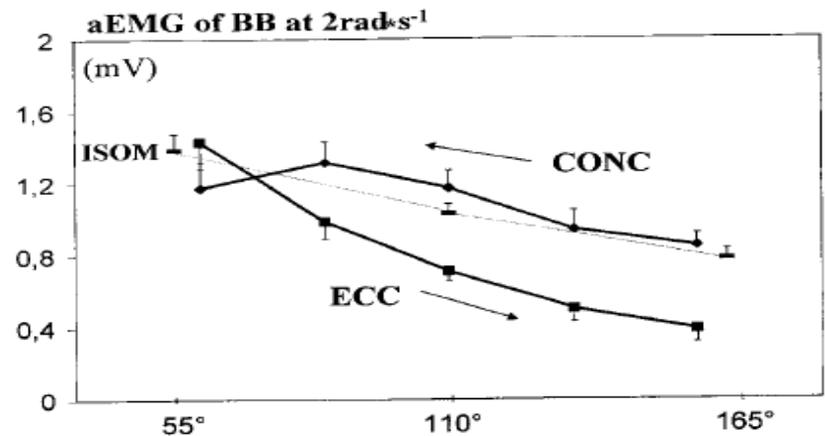
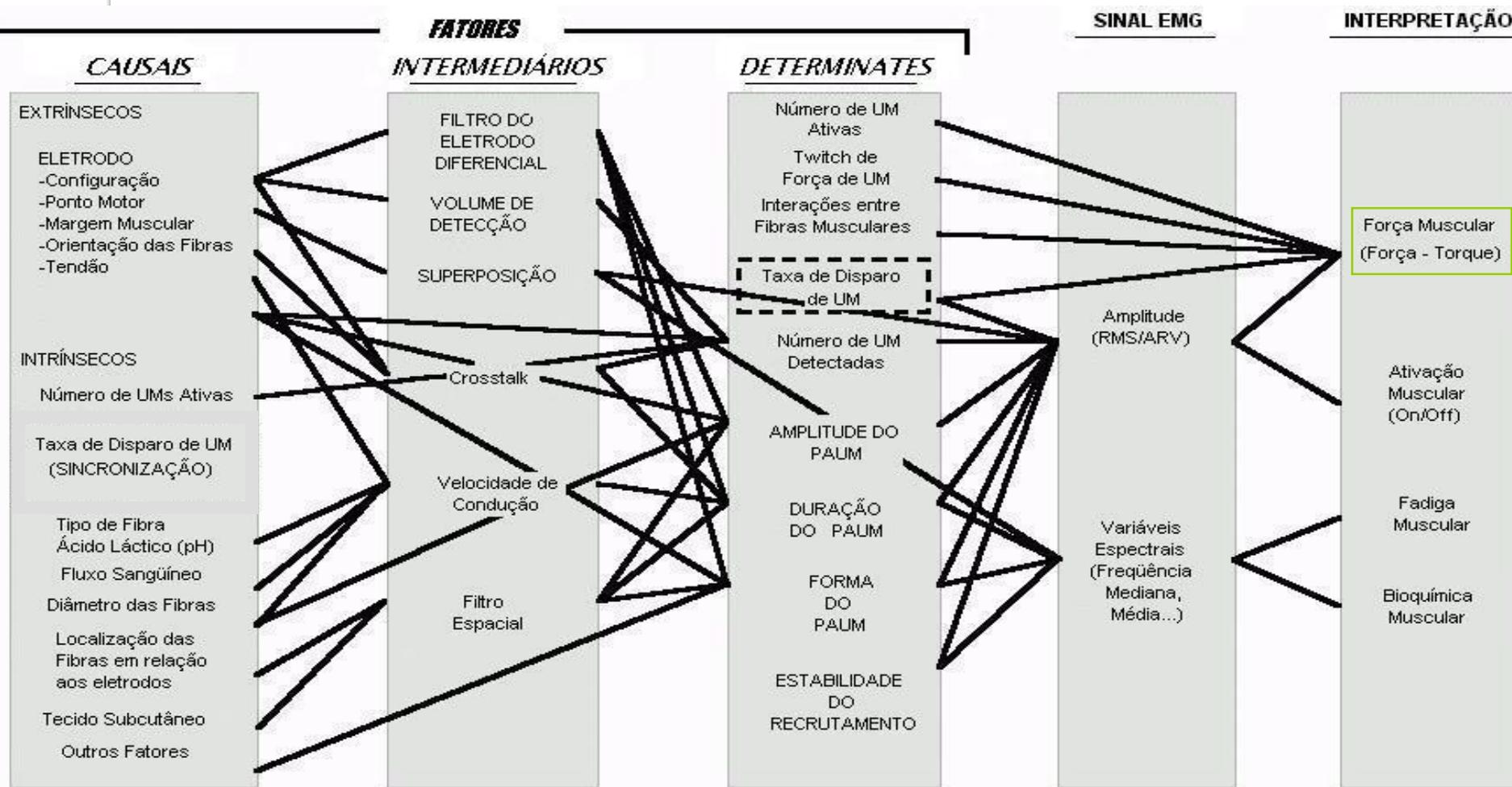


Figure 4—aEMG of biceps brachii (BB) in eccentric, isometric, and concentric action at  $2 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ .

# eletromiografia



## Variáveis que influenciam o sEMG



# eletromiografia



## Métodos de mensuração de força

---

### Invasivo ou Diretos

- Medida da força em discos vertebrais
- Transdutor no Tendão Calcanear

### Não-Invasivo

- Dinamometria
- Dinamômetros Isocinético
- Análise Vetorial (Modelagem)
  - Eletromiografia



## Relação sEMG – força

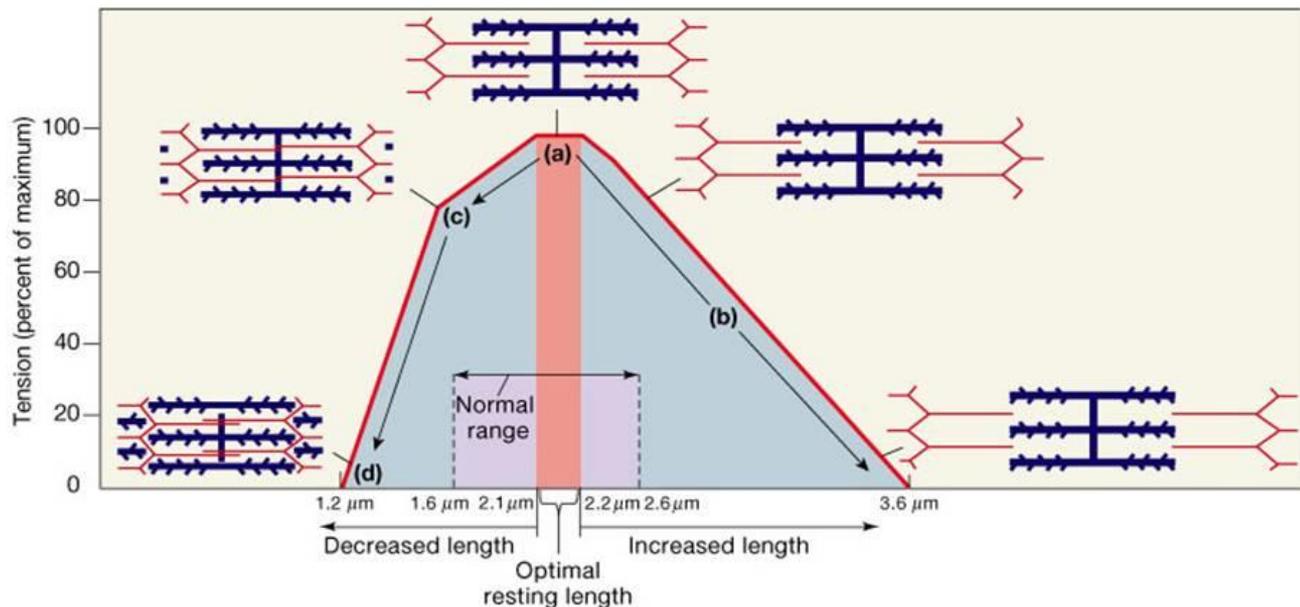
---

- A fisiologia da geração de força é bem conhecida, mas como a força gerada se relaciona com a atividade sEMG?
- De forma resumida, não há uma relação entre o sinal e a força muscular. No entanto, empiricamente é possível observar que a amplitude do sEMG aumenta com o aumento da força isométrica
- Baseado nesta observação, a amplitude sEMG pode ser usada para estimar a força durante contrações isométricas
- Como relatado, muitos fatores influenciam a relação entre a força e a amplitude do sinal sEMG

# eletromiografia

## Tensão gerada pela contração da fibra muscular

- Princípio do tudo ou nada
- Quantidade de tensão depende do número de pontes cruzadas formadas
- A fibra muscular gera mais tensão quando esta alongada a partir do comprimento de repouso

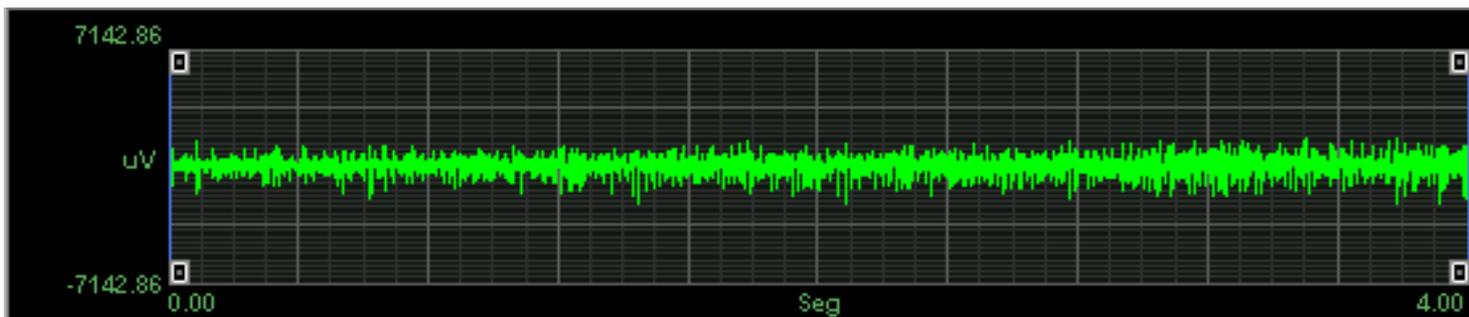


# eletromiografia

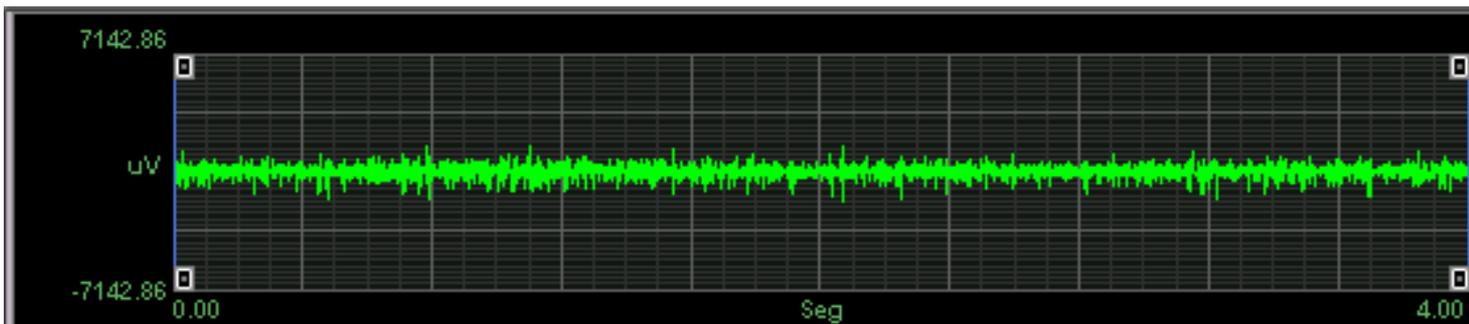


## Relação sEMG e força

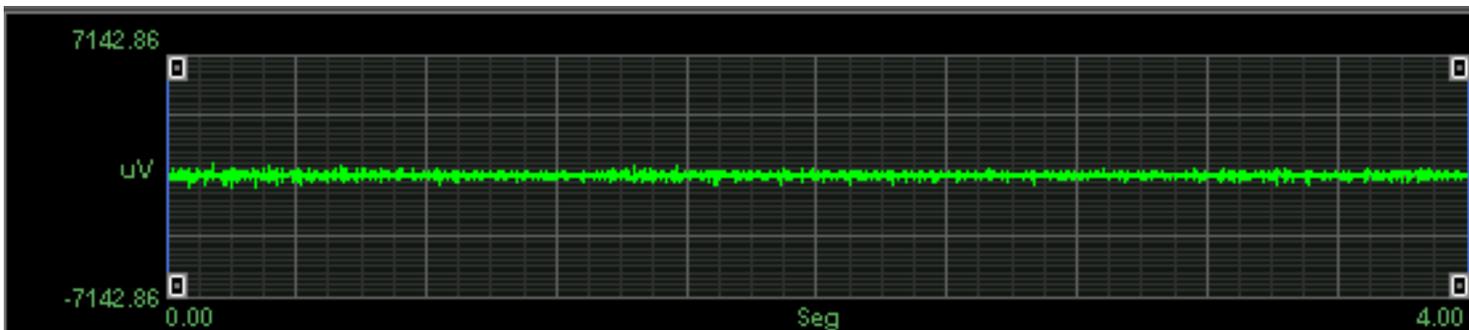
**Contração  
Voluntária  
Máxima**



**50% CVM**



**25% CVM**

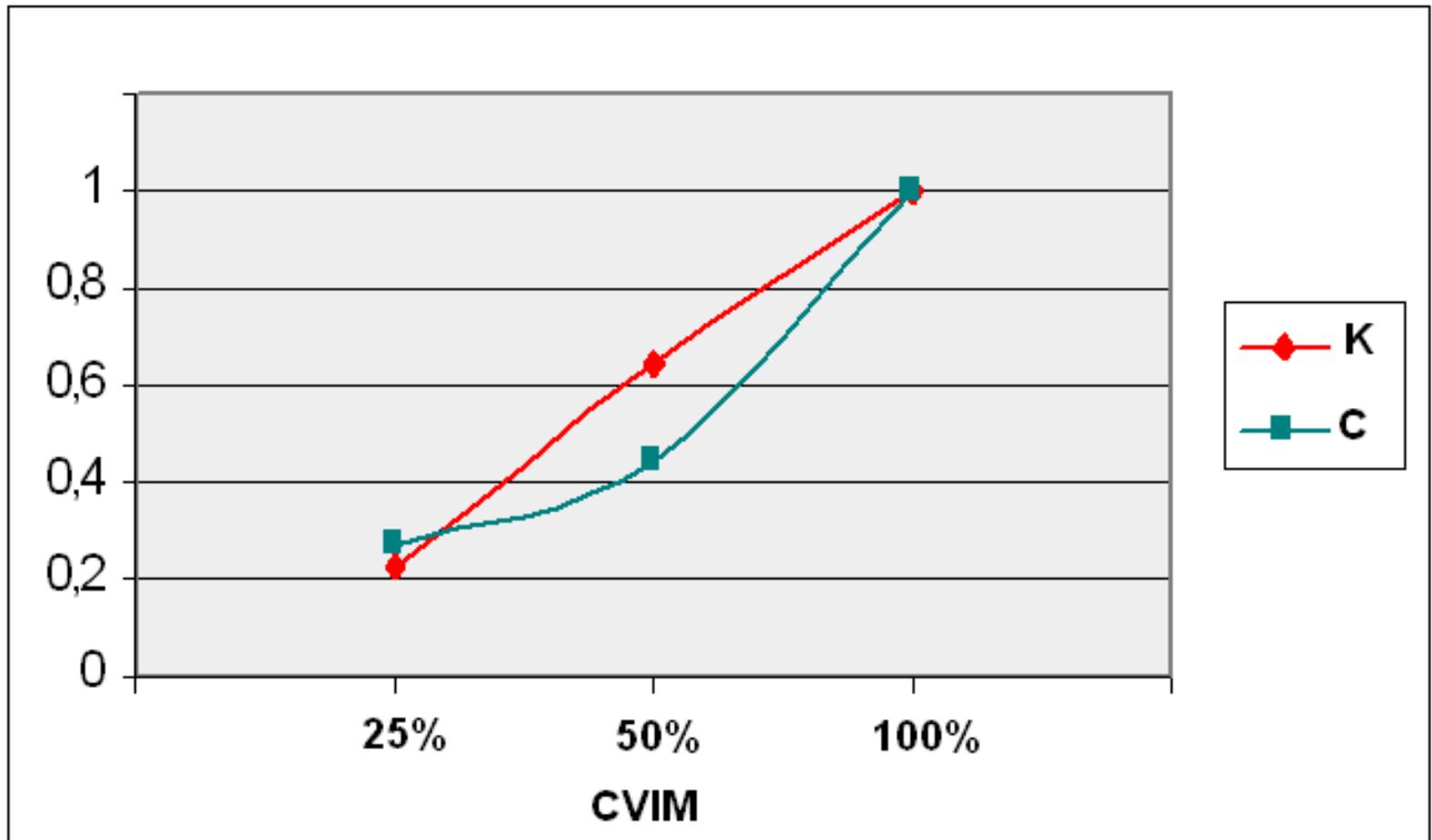


Sinal sEMG Processado - Temporal

# eletromiografia



## Relação sEMG e força



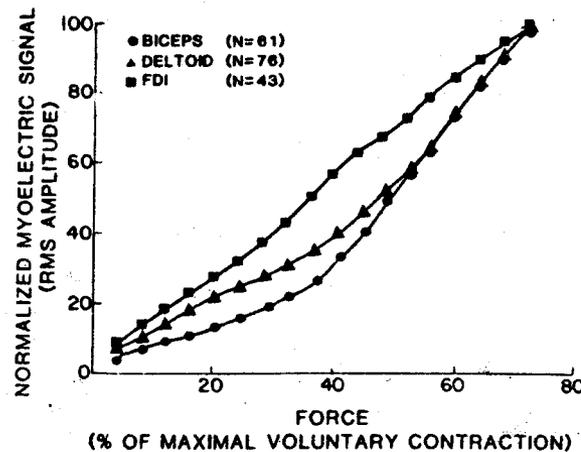
Sinal sEMG Processado - Temporal

# eletromiografia



## Relação EMG x Força

*“Em contrações isométricas, a amplitude do sinal EMG deveria aumentar em relação a força de maneira quadrática, desde que as Unidades Motoras fossem ativadas independentemente”*



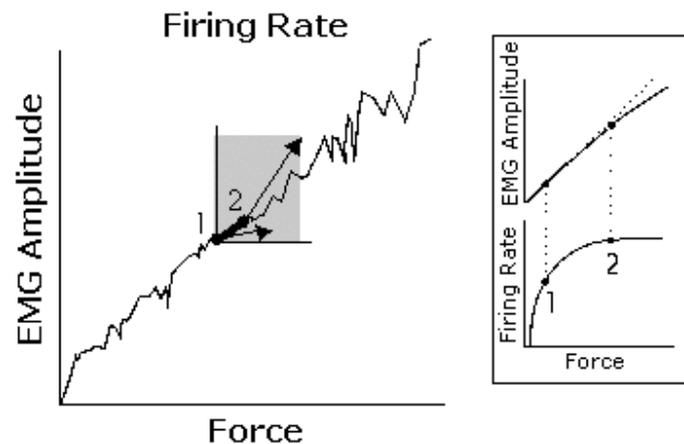
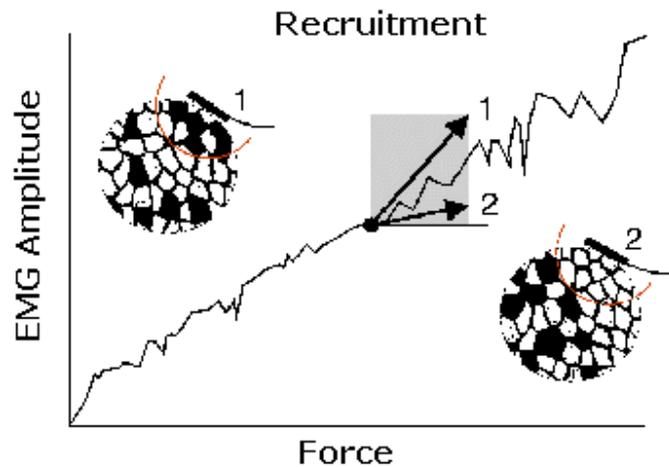
Person & Libkind (1967), Bernshtein (1967),  
Moore (1967) e Likind (1969 e 1969)

**Figure 2-17** Effects of muscle on sEMG signal-force relationship. FDI = first dorsal interosseous muscle. N = average number of isometric contractions for each muscle group. *Source:* Reprinted with permission from JH Lawrence and C DeLuca, *Journal of Applied Physiology*, © 1983, The American Physiological Society.

# eletromiografia



## Relação sEMG – força



(Acima) Quando uma unidade motora é recrutada ela contribui com uma quantidade de tensão (força) para contração muscular. Contudo, a contribuição da amplitude do sinal sEMG depende da proximidade da superfície de detecção dos eletrodos das fibras musculares ativas: quando mais próximas da superfície de detecção maior a contribuição. Assim, o vetor representa a aumento ou diminuição da inclinação da relação EMG-Força. (Abaixo) Um recrutamento motor adicional aumenta a taxa de disparo em função do aumento da demanda de força. A força de tetanização aumenta rapidamente em função do aumento da taxa de disparo, enquanto a contribuição para amplitude do sinal sEMG aumenta com menor rapidez. Assim, como no caso anterior, vetor representa um aumento ou diminuição do slope instantâneo da relação dependendo do valor da taxa com respeito a esta mudança dinâmica



## Relação sEMG e força

### Relação linear, quase linear e não linear

#### CONTRAÇÕES ISOMÉTRICAS

Em contrações dinâmicas: relação comprimento x tensão

##### Contração Concêntrica

Encurtamento do músculo causa aumento da EMG?

##### Contração Excêntrica

Alongamento do músculo causa diminuição da EMG?

##### Contração Isocinética

Velocidade x Tensão

# eletromiografia



## Relação EMg-Força

---

### Vantagens do estudo de contrações isométricas

- Estabilidade de Recrutamento
- Volume de Captação
- Relação Comprimento –Tensão

### Desvantagens do estudo de contrações isométricas

- Controle do Nível de Esforço
  - Saturação da Captação
- Crosstalk - Contribuição de Sinergistas
  - Diminuição do Fluxo Capilar
    - Fadiga



## Relação sEMG–Força

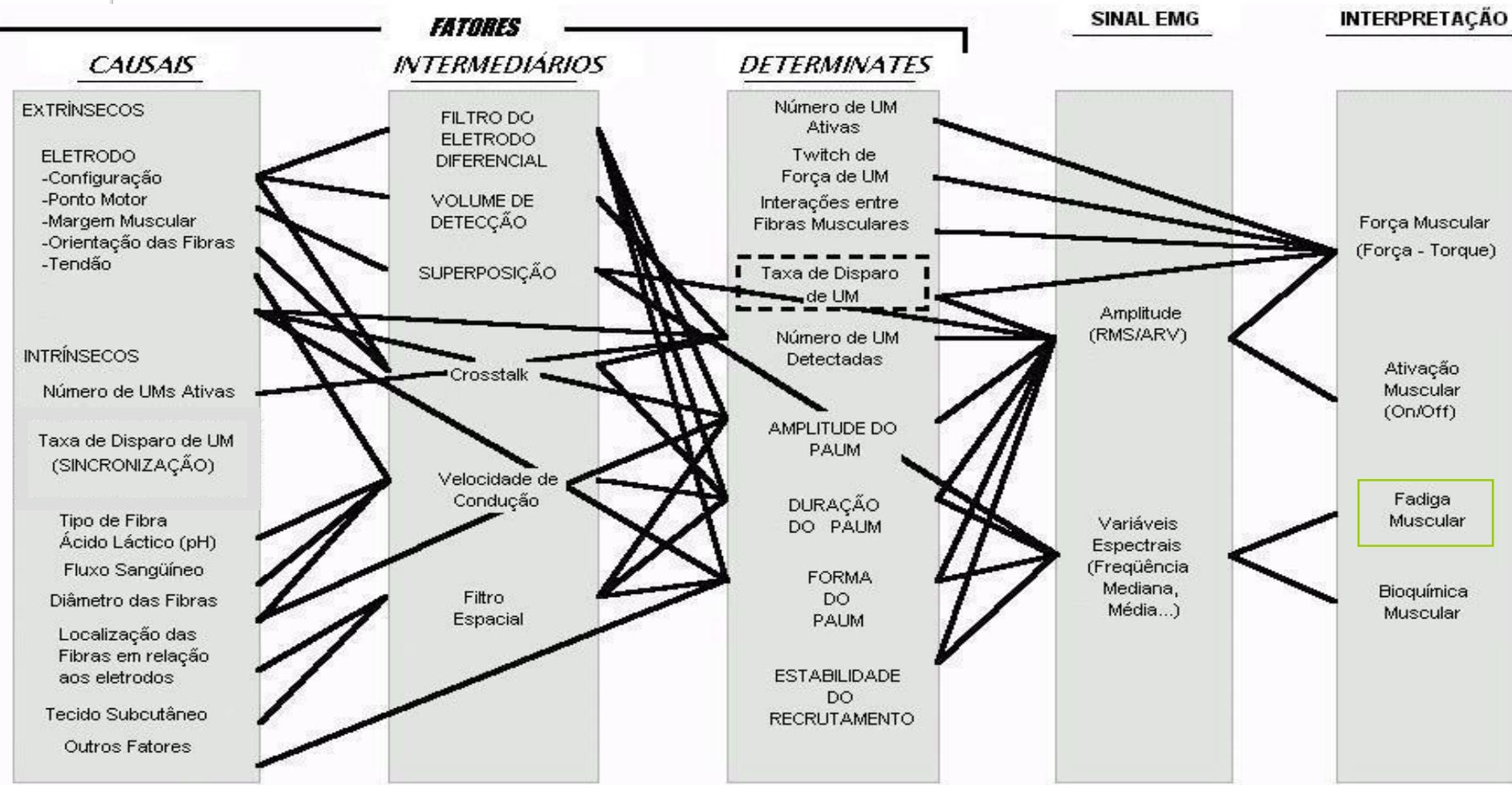
---

- Varia em situações de:
  - condições músculoesqueléticas dolorosas
  - condições do sistema nervoso central
  - condições do sistema nervoso periférico
  - condições do tecido muscular
- Varia com o treinamento
  - Aumento da Atividade Elétrica (?)
- Varia se a carga não for constante
  - Estudos com rampa de força
- Varia com a presença de fadiga muscular
  - Resultados controversos

# eletromiografia



## Variáveis que influenciam o sEMG



# eletromiografia



## Fadiga – definição operacional para eletromiografia

---

**Conceito:** Fadiga designado para monitorar ou medir a deterioração da performance do ser humano.

Grande maioria dos métodos para medir fadiga são subjetivos (depende de um observador para analisar a tarefa desenvolvida) - ponto de falha

Engenheiros e Físicos consideram a fadiga como sendo um processo Tempo - Dependente.

Análises bioquímicas e fisiológicas do músculo e SNC mudanças Tempo - Dependentes indicativos do processo de fadiga



## Background

---

BILL (1943) dividiu a fadiga em 3 categorias:

1. Fadiga subjetiva: diminuição de consciência, motivação e outros aspectos psicológicos;
2. Fadiga objetiva: diminuição da produção de trabalho;
3. Fadiga fisiológica: alterações nos processos fisiológicos.

Fadiga fisiológica: é induzida por contração muscular sustentada, associada a incapacidade em manter a produção de força desejada, tremor e dor localizada

A fadiga eletromiográfica antecipa estes acontecimentos

# eletromiografia



## Fadiga muscular do ponto de vista anatomo-fisiológico

---

### Fadiga Periférica:

- esgotamento de acetilcolina na junção mioneural
- esgotamento de cálcio
- esgotamento de fonte energética (ATP)

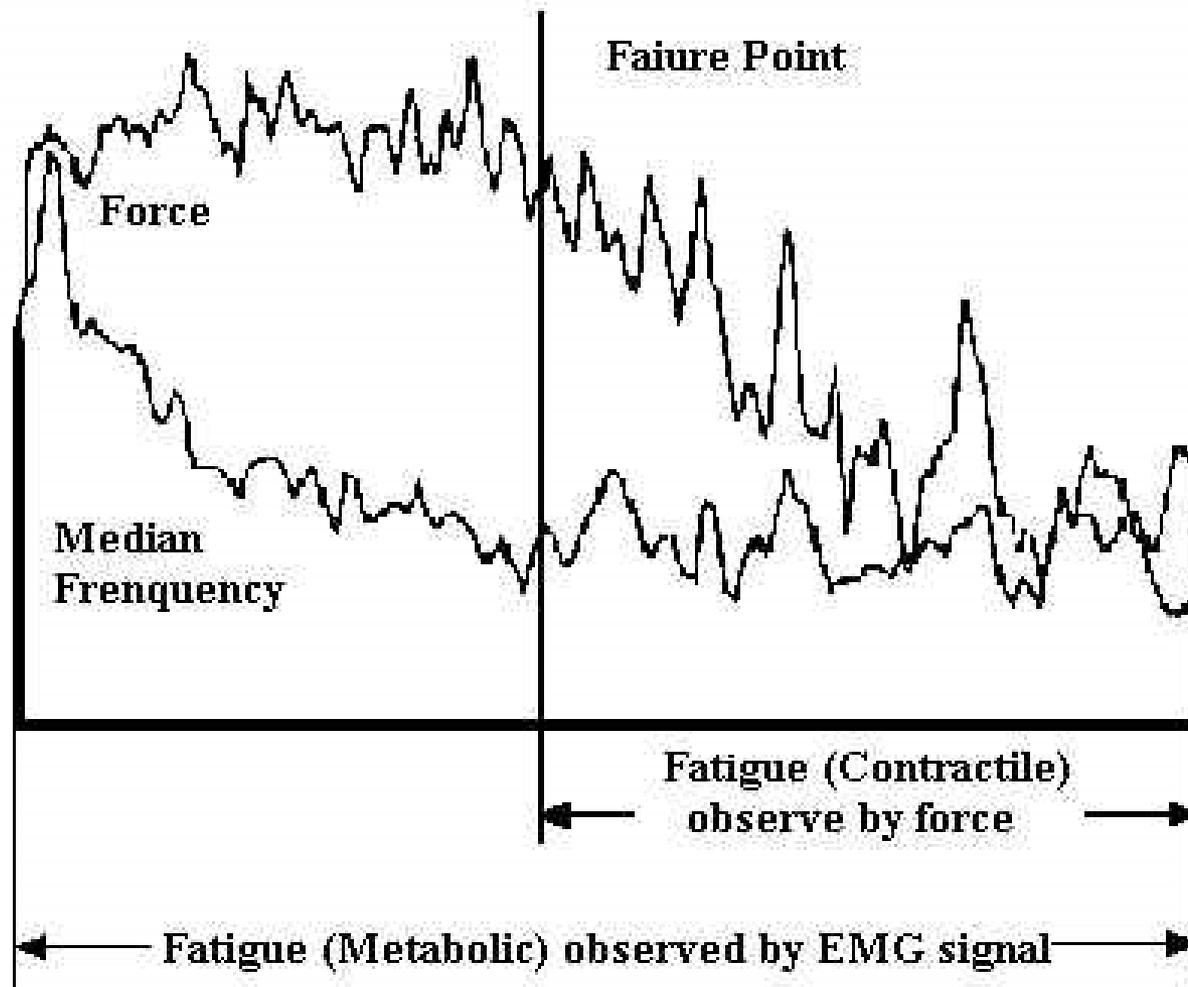
Fadiga Central: inabilidade do córtex motor em enviar impulso nervoso às unidades motoras

Fadiga central pode ser diferenciada da periférica pela estimulação elétrica

# eletromiografia

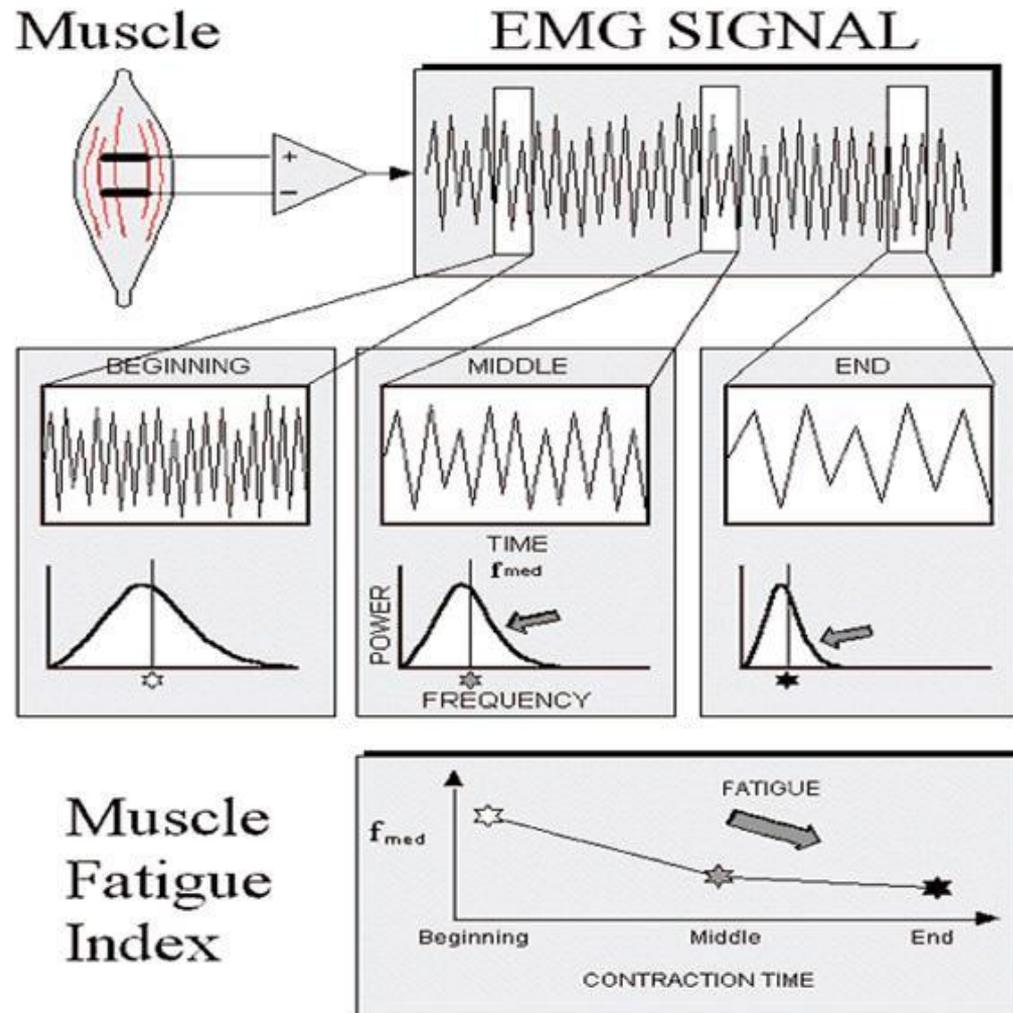


## Fadiga versus força versus eletromiografia



# eletromiografia

## Fadiga versus força versus eletromiografia



# eletromiografia



**... O que muda as frequências que compõem o sinal EMGS?**



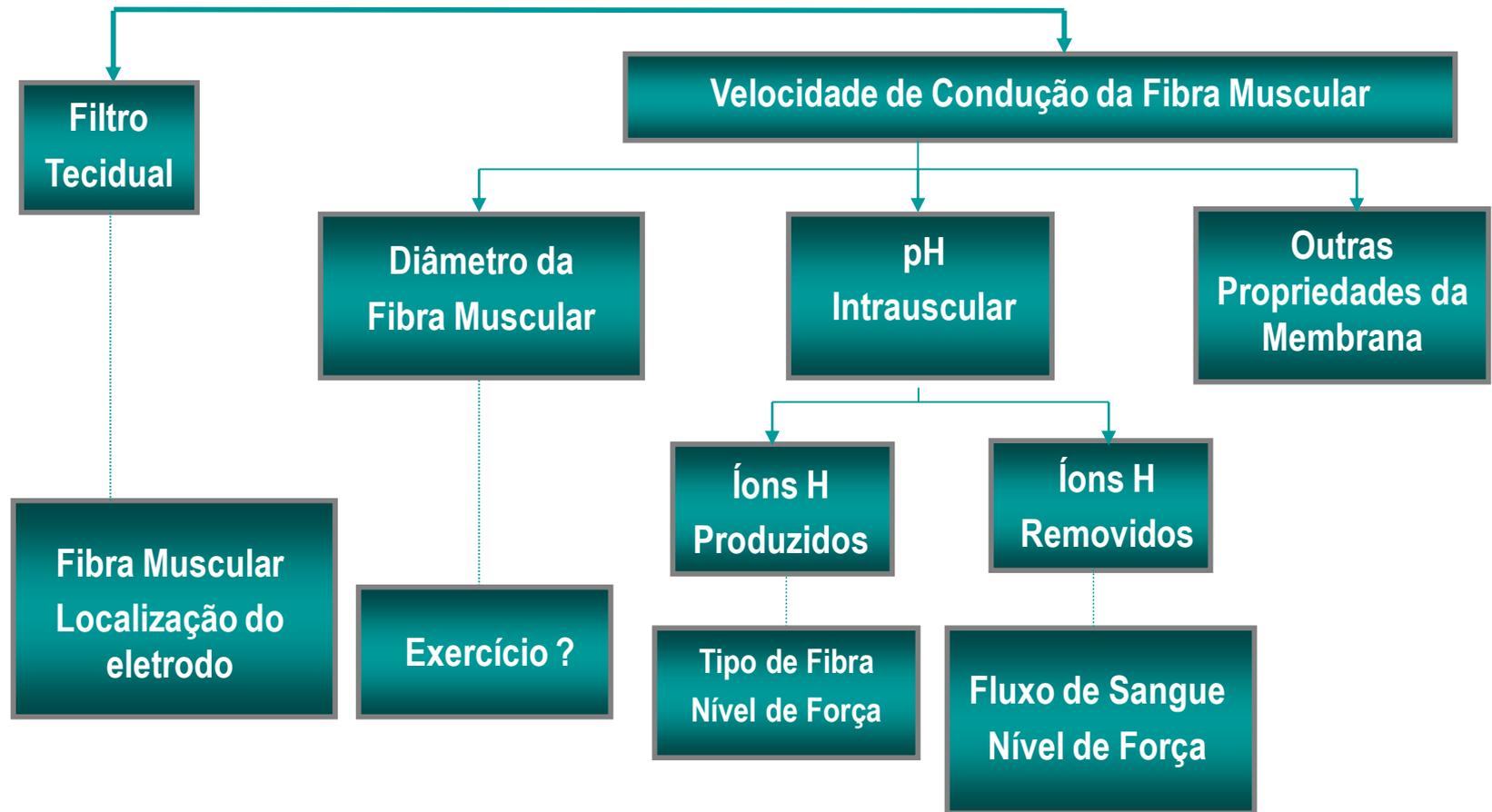
**Velocidade de condução na fibra muscular**

**Recrutamento das unidades motoras**

**Frequência de disparo das unidades motoras**

# eletromiografia

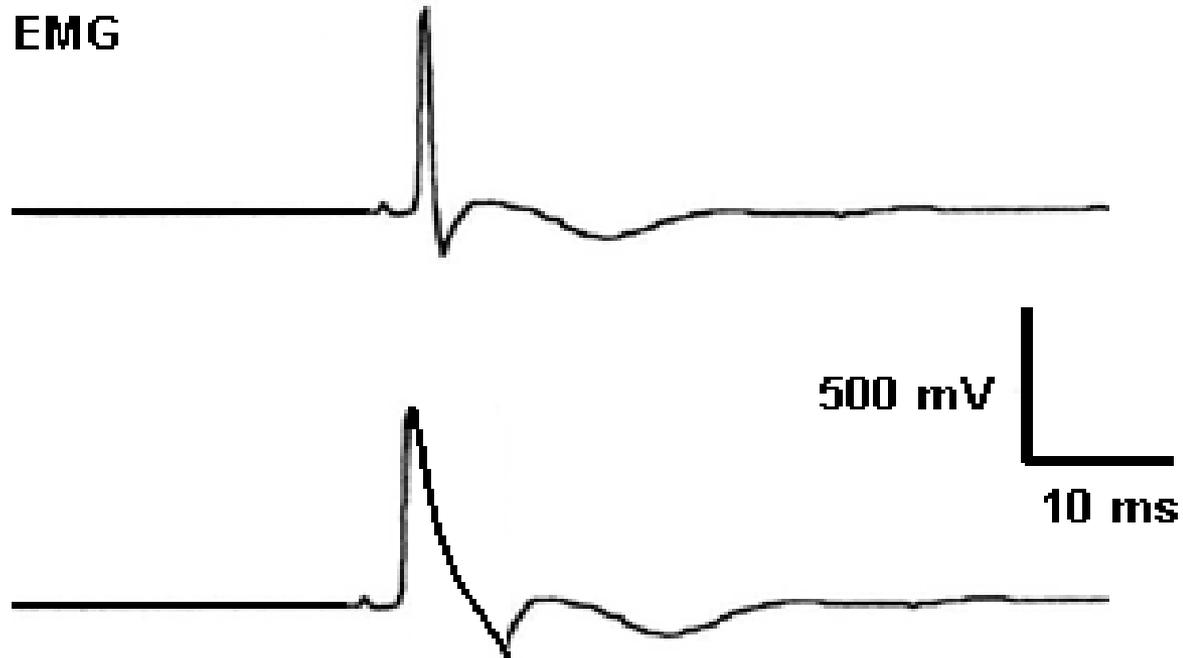
Forma do potencial de ação de unidade motora



# eletromiografia



Forma do potencial de ação de unidade motora





## Fatores que afetam a frequência do sinal SEMG

- A investigação da alteração da frequência do sinal EMG necessita de uma análise de seu espectro, que depende de modelos matemáticos
- Os modelos matemáticos dependem das estatísticas da descarga da UM e a forma dos potenciais de ação

Valor de RMS

Cruzamento em zero/Turns (sinal bruto)

FFT - DEP - Frequências característica (média, mediana e moda)

A partir das equações matemáticas pode-se observar:

- Aumento da taxa de disparo das UM
- Alteração na forma de onda dos PAUM
- Modificação das características da frequência de disparo da unidade motora

# eletromiografia



## Comportamento das freqüências características

---

### Diminuição da freqüência média e mediana

- Pode diminuir até 50% do valor inicial em uma contração isométrica sustentada de força constante
- Tempo de recuperação: 4 - 5 min
- Influenciadas pela oclusão sangüínea
- Influenciadas pela alteração de temperatura
- Naeije & Zorn (1982): alteração da freqüência média e a média diminuição da velocidade de condução

# eletromiografia



## Aplicações das medidas quantitativas da fadiga muscular

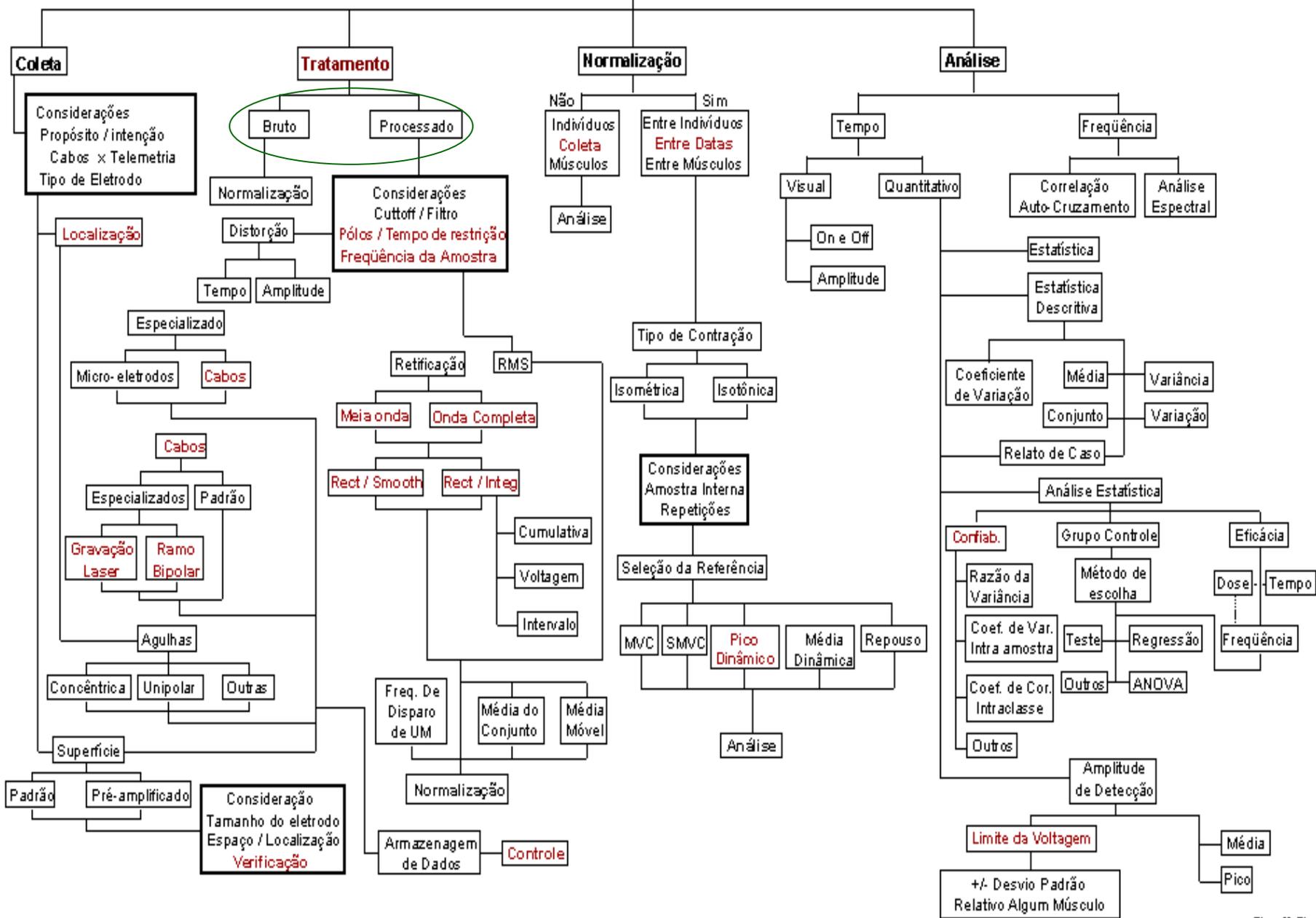
---

- Treinamento atlético
- Aplicações ergonômicas
- Fisioterapia;
- Diagnóstico e prognóstico de distúrbios neuromusculares;
- Outras aplicações clínicas:
  - fadiga do M. diafragma,
  - doenças vasculares periféricas,

Pesquisa básica: tipo de fibra muscular (não invasiva)

# GUIA DE DECISÕES

## Avaliação da Função Muscular Pela EMG



# eletromiografia



O que é e por quê normalizar os dados SEMG ?





## Normalização do Sinal Eletromiográfico

Normalização eletromiográfica é o processo pelo qual os milivolts da atividade são expressos como uma porcentagem da atividade muscular durante um teste de contração pré-determinado

Lehman e McGill, 1999

A normalização do EMG é o processo pelo qual os milivolts da atividade são expressados como uma porcentagem da atividade desse músculo durante uma contração calibrada do teste

Nicholson, 1998

Processo para referenciar os dados EMG em relação a um valor padrão, usualmente pela divisão do dado eletromiográfico bruto por um valor de referência

Soderberg e Knutson, 2000

Descrita como crucial para comparação entre diferentes sujeitos, dias de coleta, músculos ou estudos

Ervilha et al., 1998

A normalização facilita a comparação dos sinais EMG entre músculos, entre indivíduos ou entre dias no mesmo indivíduo

Burden e Bartlett, 1999; Lehman e McGill, 1999; Soderberg e Knutson, 2000



## Normalização do Sinal Eletromiográfico

---

“Atribuir um valor relativo ao dado EMGS absoluto”

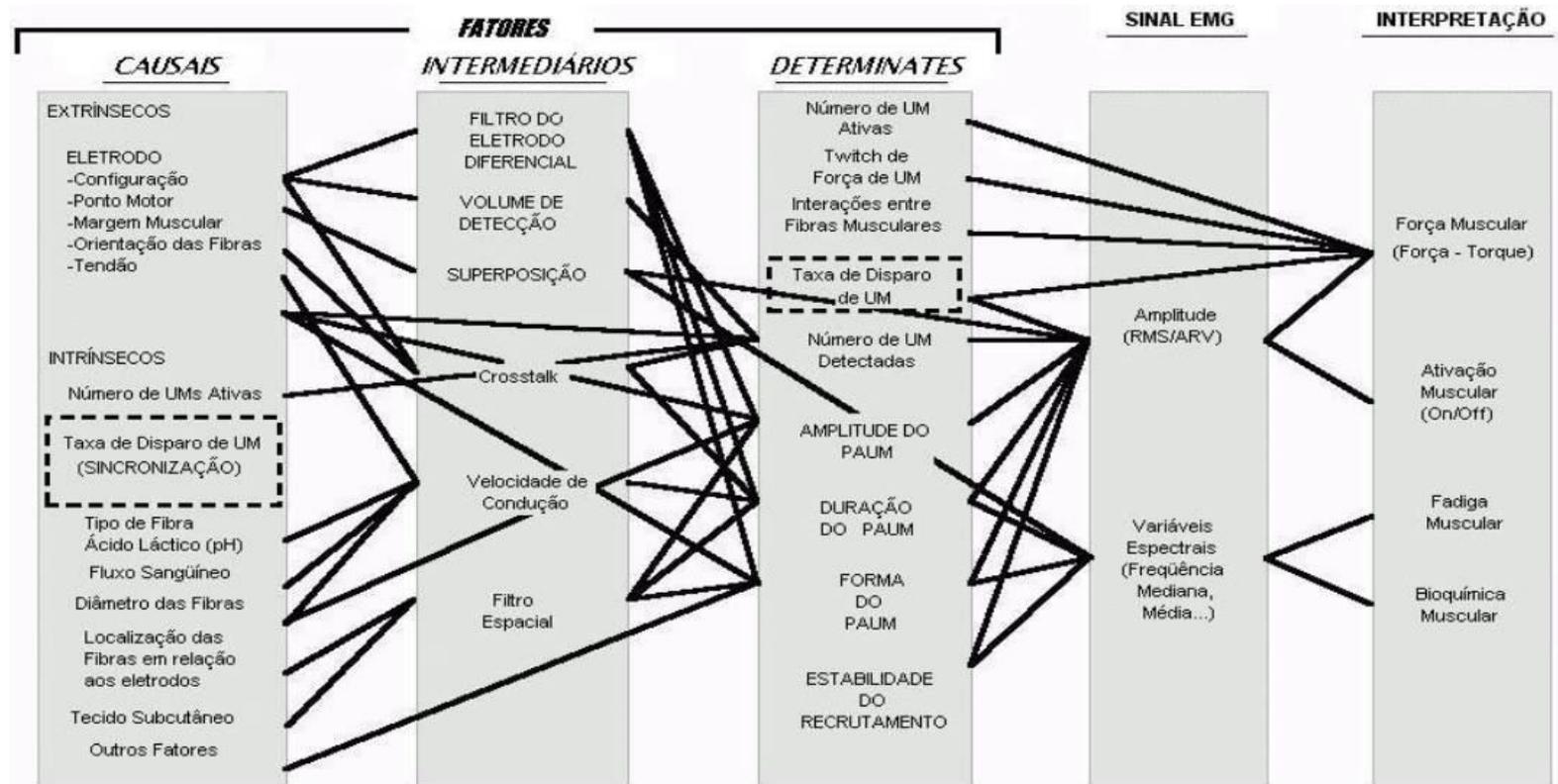
Processamento necessário sempre que variar:

- o voluntário avaliado
- o músculo avaliado
- o posicionamento do eletrodo
- o dia de coleta

Soderberg GL, Knutson LM. Phys Ther. 2000 May;80(5):485-98.

# eletromiografia

## Por que normalização do Sinal SEMG?



# eletromiografia



## Por que normalização do Sinal SEMG?

---

Espessura do tecido subcutâneo

Velocidade de contração em atividade dinâmicas

Massa muscular por área de secção transversa

Tipo de fibra ativa próxima à área de captação

Idade e sexo

Distância inter-eletrodos

Impedância da pele

# eletromiografia



O que é mais freqüente nos estudos de SEMG?

Existe várias possibilidades de normalizar dados eletromiográficos

A normalização é, em última instância, um procedimento matemático no qual se escolhe um valor de referência para se relacionar ao valor de amplitude absoluto [em milivots.RMS, p.ex.]

O valor de referência mais descrito na literatura é o valor de amplitude eletromiográfica produzido em um contração isométrica voluntária máxima [p.ex. em posição de prova de função muscular] como a produção de força controlada ou não

Usualmente, são registradas 3 CIVM do músculo ou grupo muscular de interesse e o valor de referência escolhido pode ser o valor médio de amplitude dessas 3 contrações ou o valor da repetição que atingiu a maior amplitude

Assim, os registros serão descritos em termos percentuais de 0 a 100% da CIVM e podem dar uma idéia da sobrecarga imposta ao sistema muscular na atividade estudada

Um exemplo:



O que é mais freqüente nos estudos de SEMG?

## Limitações da normalização pelo valor de amplitude de uma contração voluntária máxima

Quando a tarefa estudada é uma atividade máxima, como o apertamento dentário em que há poucas alternativas de conseguir uma outra contração isométrica para referência, a normalização por um valor de contração voluntária máxima [também] de apertamento fica inviável (média ou valor máximo serão muito próximos e então nenhuma diferença será notada entre grupos experimentais, p.ex.). Uma solução pode ser usar um material diferente para o apertamento que servirá de referência e o parafilm® para a tarefa estudada, ou mesmo outro material.

O máximo esforço voluntário é realmente máximo? Há pouca probabilidade dessa dúvida ser solucionada...

Pacientes com condições dolorosas em estudos de efetividade de técnica de tratamento ou acompanhados para averiguação da evolução natural do sintoma...



O que é mais freqüente nos estudos de SEMG?

Alternativas para normalização por valor de amplitude de uma contração de referência

**... não necessariamente uma tarefa da máxima contração**

Trabalhar com amplitudes referentes a níveis submáximos do esforço máximo (não resolve o problema das condições músculo-esqueléticas dolorosas...)

Usar um valor de um período de tempo inicial como referência quando se pretende observar um evento com maior duração. Os valores normalizados mostraram se há aumento ou diminuição da amplitude em relação a primeira medida

Usar uma atividade de referência: p.ex. A amplitude da atividade elétrica do quadríceps para manter o sujeito em agachamento com joelho 135 graus de flexão e quadril a 90 graus de flexão... este tipo de valor de normalização tem boa confiabilidade entre as repetições

Um exemplo:

# eletromiografia



O que é mais freqüente nos estudos de SEMG?

... então para contrações isométricas podemos normalizar os registros por um:

- valor médio de amplitude mioelétrica de contrações máximas ou de referência
- valor de pico da amplitude mioelétrica de contrações máximas ou de referência
- valor de amplitude correspondente ao período inicial do registro

**e para contrações dinâmicas ou não-isométricas?**

As amplitudes de atividade elétrica de contrações dinâmicas ou não isométricas devem ser obtidas do valor integral do envoltório linear ou do valor de microvolts.RMS (p.ex.) de um período de amplitude estável do ciclo estudado.

Dessa forma o valor de normalização para atividades dinâmicas pode ser...



## Como escolher o valor de referência para normalizar meus dados EMGS?

Como não existe um valor de referência que possa ser utilizado como padrão para todo tipo de estudo, amostra ou músculo é recomendável proceder, no estudo piloto do projeto a ser desenvolvido o estudo do procedimento de normalização

Cram, Kasman e Holtz, 1998

Estudo de procedimentos de normalização no projeto piloto deve ser baseado:

Na redução da variabilidade dos dados brutos quando normalizados

Observada pelo valor de **desvio padrão** e **coeficiente de variação**

Na confiabilidade intra-dia e inter-dias do valor de referência

Analisadas pelos valores de **ICC** e **%SEM**



## Conclusões

---

Variabilidade dos procedimentos de normalização

Relação direta com a metodologia desenvolvida no trabalho

Escolha do método de normalização: Confiabilidade



## Estudo de normalização

Seu valor de referência deve ser aquele capaz de reduzir ao máximo as variações dos seus dados...

- pode ser observado pelo valor de coeficiente de variação dos dados
- Sua tarefa de normalização deve ser compatível com aquela testada [controvérsias..]

## Standards for Reporting EMG Data Journal of Electromyography and Kinesiology

Os seguintes dados devem ser informados quando se relata a normalização:

- Como os sujeitos foram treinados para se obter a CVM;
- Posição articular ou comprimento muscular;
- Posição das articulações adjacentes, por exemplo, em estudo de flexão do antebraço, a posição do punho e do ombro devem ser relatadas;
- Taxa de aumento da força, velocidade de alongamento ou encurtamento no caso de estudos dinâmicos;
- Mudanças no comprimento muscular;
- Amplitude de movimento em contrações não-isométricas
- Quantidade de carga aplicada.

# eletromiografia



## Considerações Finais

Considere sempre o que a literatura tem demonstrado

Use seu levantamento bibliográfico a seu favor!

