

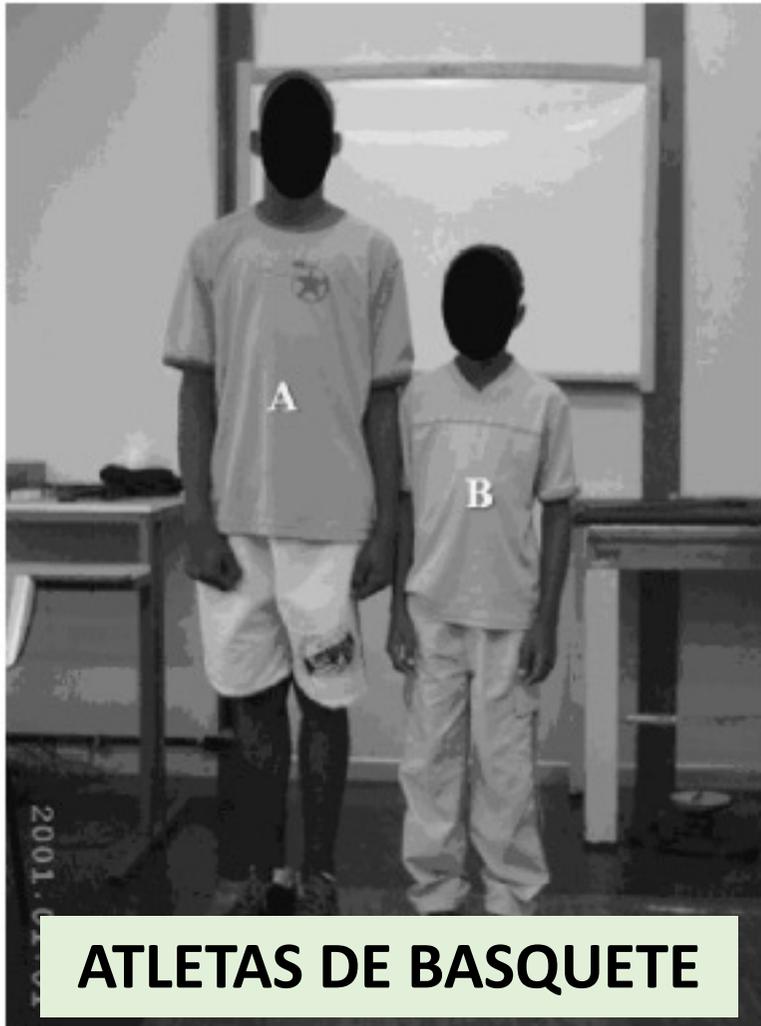


# Introdução ao Crescimento e Desenvolvimento

Paulo Sergio Chagas Gomes, Ph.D.

IEFD/UERJ

# DEFINIÇÕES CONCEITUAIS



***Biológica vs. Cronológica***

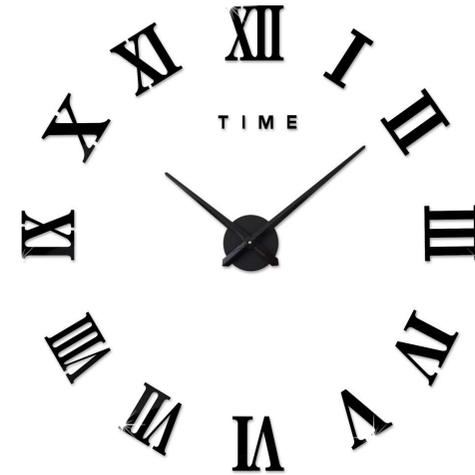
# DEFINIÇÕES CONCEITUAIS

## IDADE CRONOLÓGICA

Refere-se à quantidade de tempo que a pessoa está viva

## IDADE BIOLÓGICA

Envolve os processos de crescimento, desenvolvimento e envelhecimento; depende de fatores genotípicos e fenotípicos



*A partir de 1 ano de diferença entre IC e IB já pode ser considerado maturado precocemente ou tardiamente*

# CRESCIMENTO

- Processo contínuo da concepção até a morte
- Representa em média 30% da vida humana
- Dificuldades em analisar o crescimento:  
identificar genótipo vs. fenótipo

## ELEMENTOS DO CRESCIMENTO

Mudança estrutural

Aumento do tamanho

Alteração da forma

- Adição
- Subtração
- Substituição

*Timing* diferenciado

# DESENVOLVIMENTO

- Série de estágios ordenados e irreversíveis pelo qual todos os organismos passam, do início até o final da vida
- Compreende todos os elementos do crescimento considerados juntos: funcionalidade



**Pré-natal**

**Infância**

**Adolescência**

**Idade adulta**

**Senilidade**

# DESENVOLVIMENTO

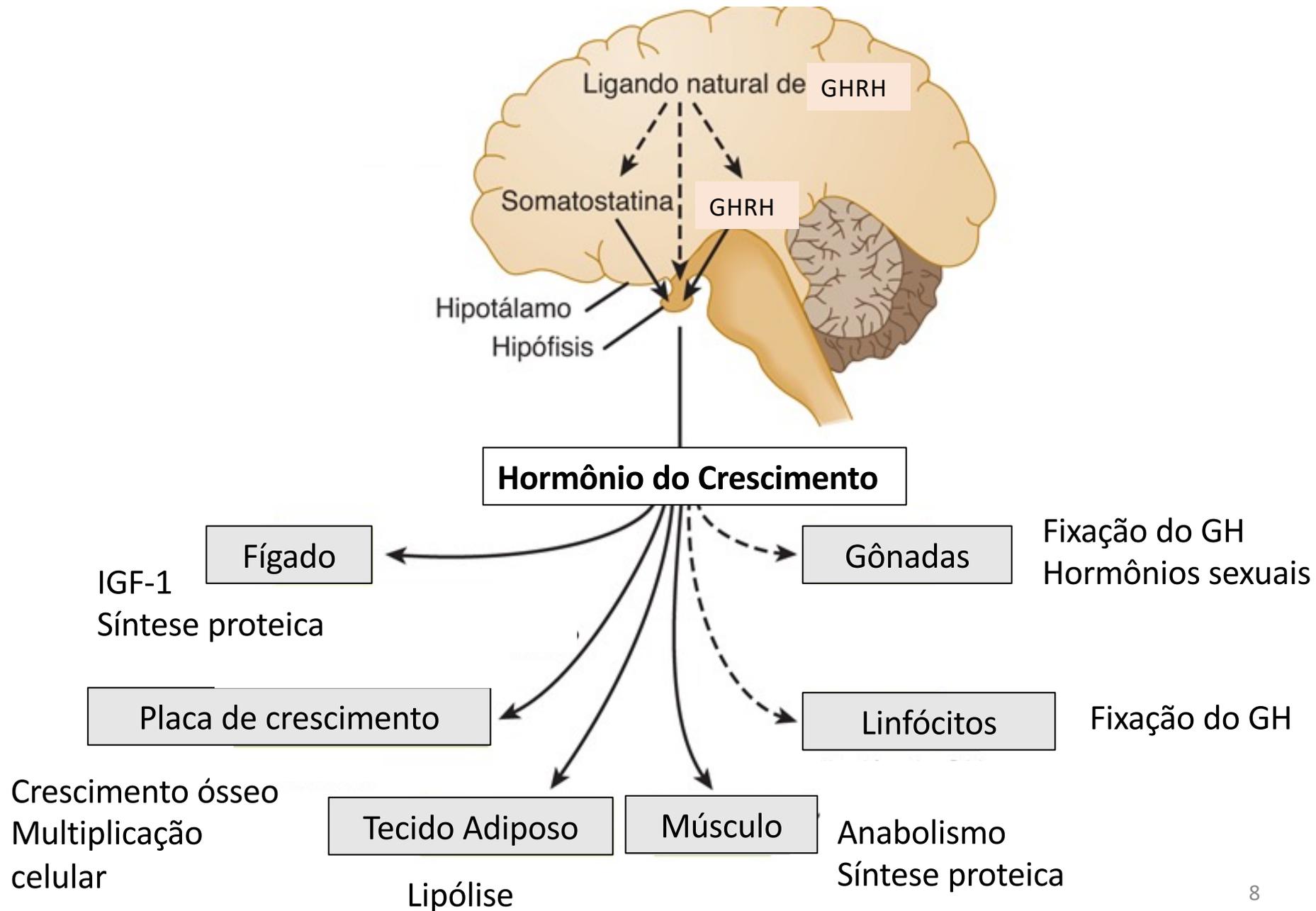
- ESTRUTURA PRECEDE FUNÇÃO
- Potencial para padrão de crescimento humano
- A duração e o momento que cada criança passa através dos estádios é variável
- Aspectos genéticos são responsáveis pelos padrões básicos do crescimento
- Fatores ambientais determinam se o potencial genético será alcançado ou não

# MATURAÇÃO BIOLÓGICA

- Progresso em direção ao estado biologicamente maturado
- Não é absolutamente ligado ao tempo cronológico
- *Timing*: momento/idade na qual eventos maturacionais específicos ocorrem
- *Tempo*: taxa na qual a maturação progride



# HORMÔNIO DO CRESCIMENTO



# DISFUNÇÕES GH

## Nanismo e Gigantismo



## Acromegalia



# GÔNADAS

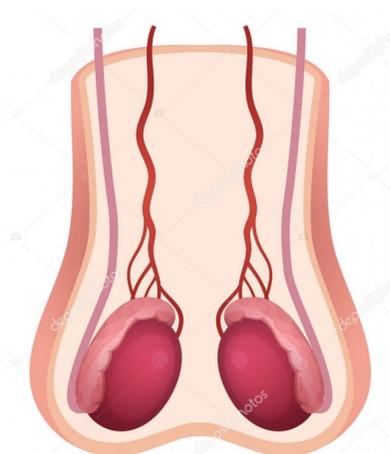
Órgãos que produzem células sexuais .

Função reprodutiva

Glândulas do sistema endócrino: produção de hormônios sexuais.

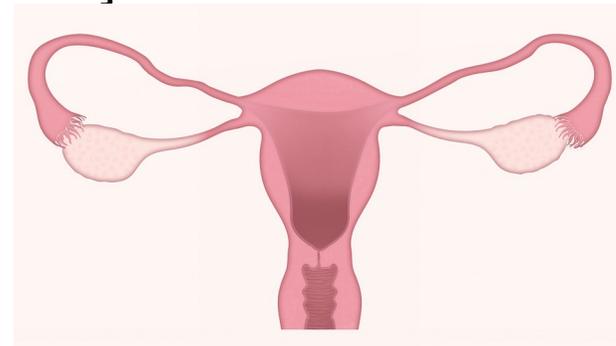
## TESTÍCULOS

- Testosterona: características sexuais masculinas; crescimento muscular



## OVÁRIOS

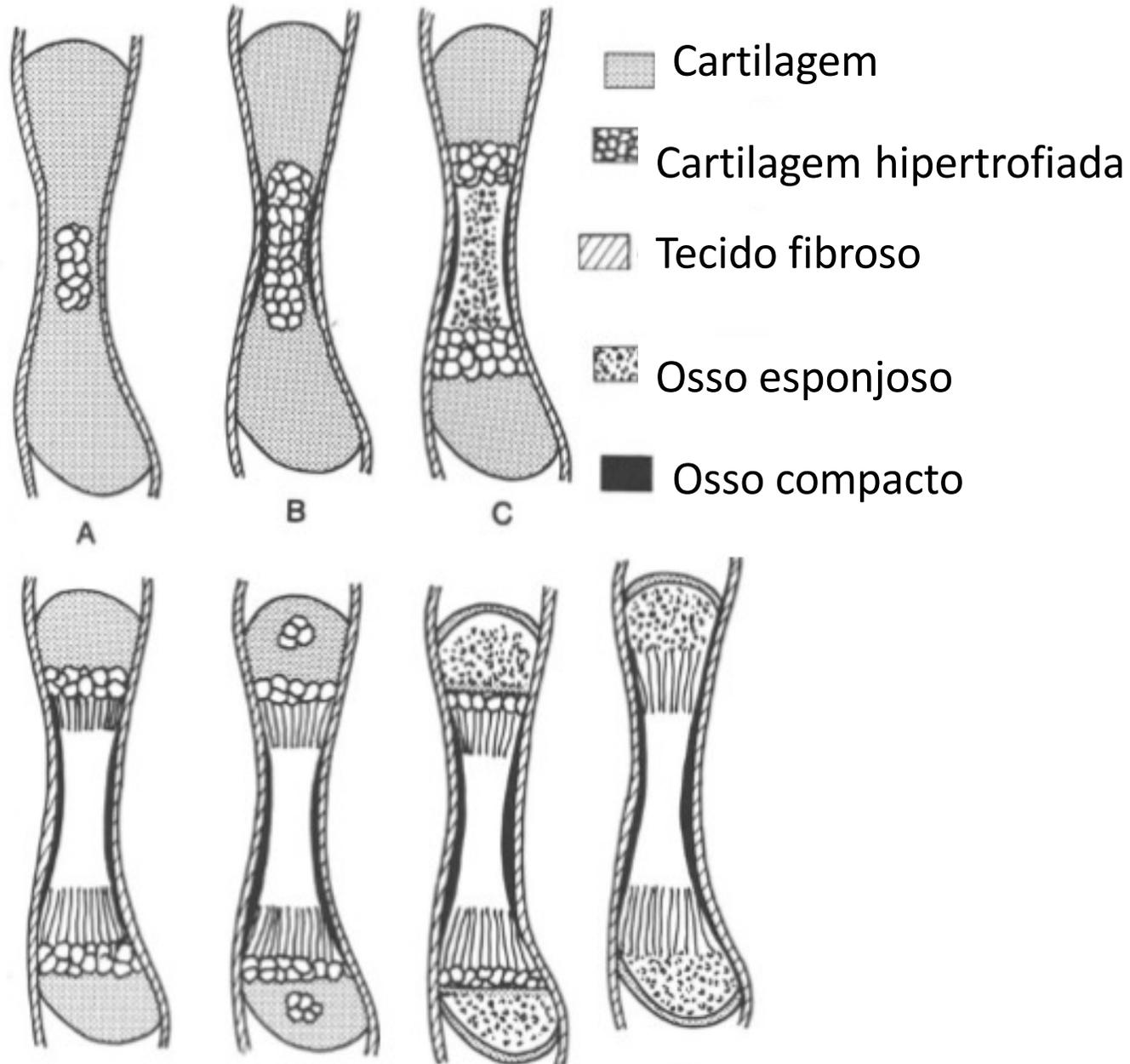
- Estrogênio: características sexuais femininas; ciclo menstrual; reserva de gordura
- Progesterona: gravidez; lactação



# OSSO

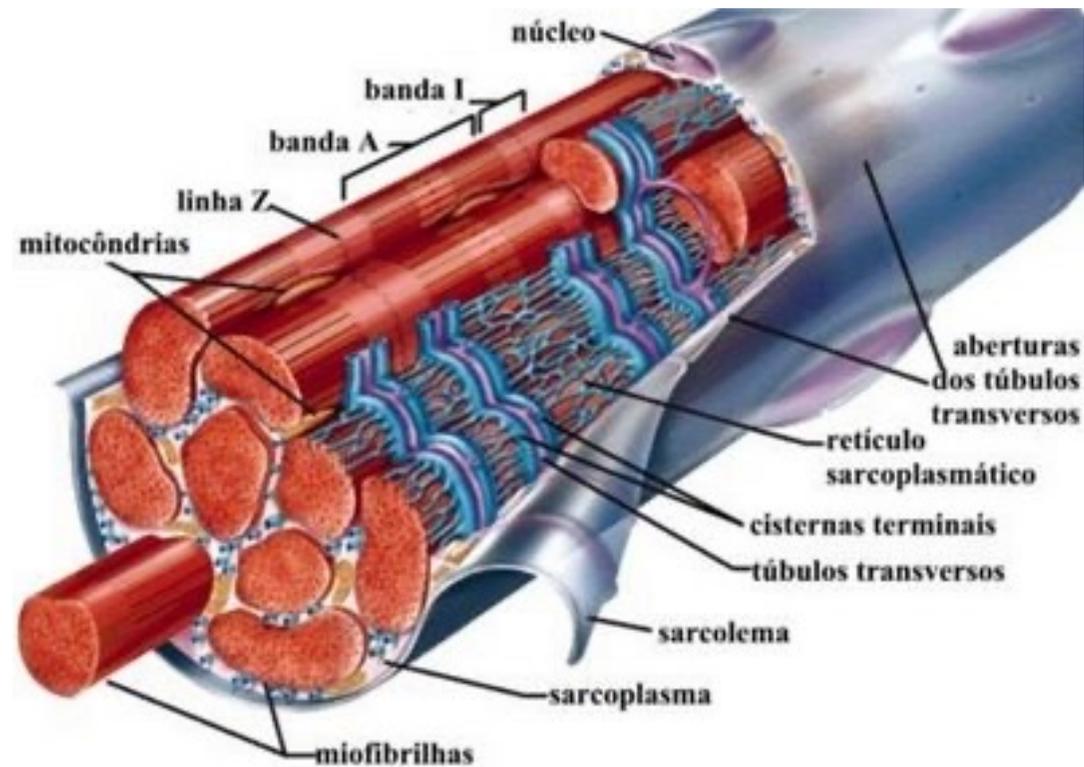
- Crescimento ósseo é fruto da hipertrofia, hiperplasia, aumento do conteúdo intracelular
- Maturação óssea está relacionada ao crescimento ósseo junto com as mudanças na densidade, manutenção da forma e a integridade
- Ossos longos: presença de tecido cartilaginoso; as células de cartilagem (condrócitos) secretam fosfatase alcalina quando se dividem, calcificando-os e iniciando o processo de ossificação
- Desenvolvimento da matriz óssea ocorre em função de estímulos mecânicos axiais, como a ação da gravidade, o suporte do peso corporal e as contrações musculares
- Remodelamento ósseo: resultado do equilíbrio entre reabsorção óssea (osteoclastos) e formação óssea (osteoblastos/osteócitos)

# OSSO



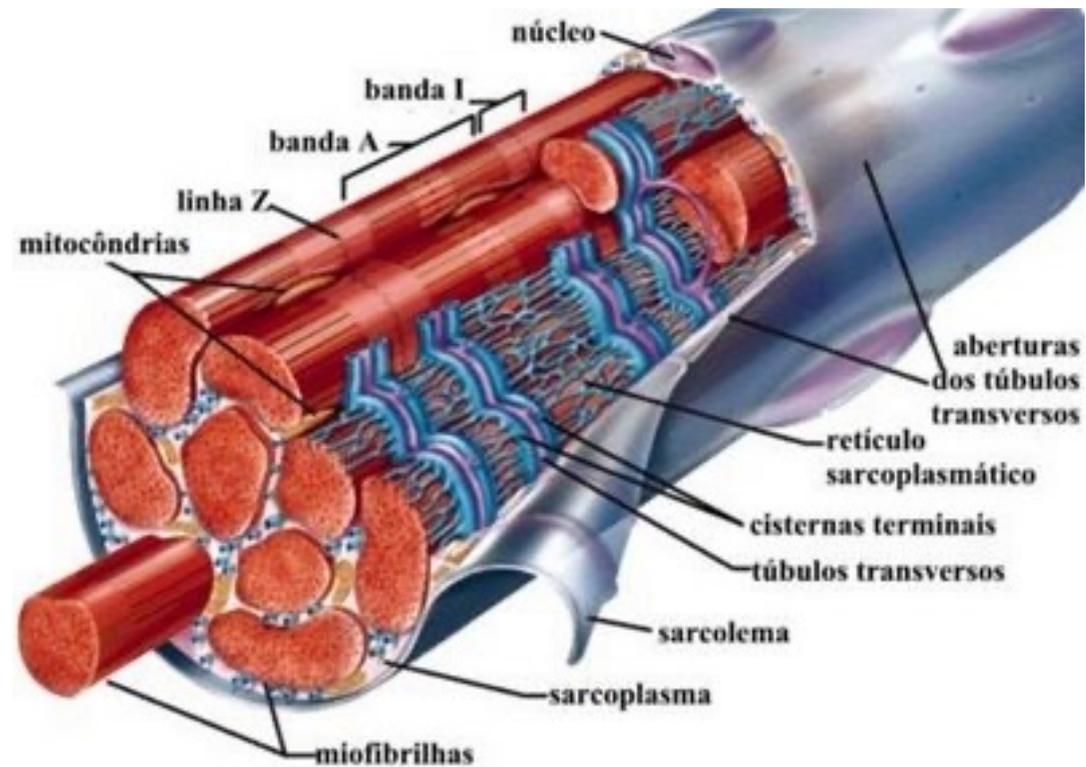
# MÚSCULO

- Crescimento afetado por múltiplos fatores: atividade física, inatividade, estímulo neural, hormônios e nutrição
- Hipertrofia, hiperplasia
- Aumento do comprimento dos sarcômeros individuais
- Aumento do número de sarcômeros em série



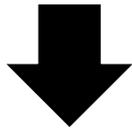
# MÚSCULO

- Hipertrofia: aumento do volume da fibra muscular;
- Hiperplasia: aumento na quantidade de fibras musculares



# AValiação da Maturação

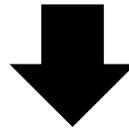
**MATURAÇÃO  
ÓSSEA**



**RAIO-X  
DE PUNHO E  
MÃOS**

Identificação da fusão das epífises com a diáfise ou do alcance do formato adulto

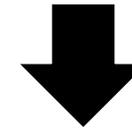
**MATURAÇÃO  
SEXUAL**



**CARACTERÍSTICAS  
SEXUAIS  
SECUNDÁRIAS**

Estagiamento de Tanner (1962)

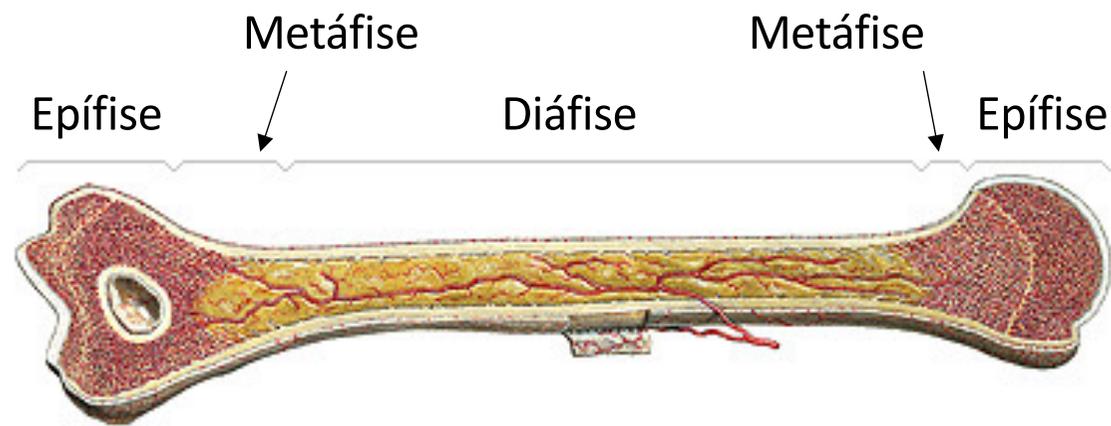
**MATURAÇÃO  
MORFOLÓGICA**



***PEAK HEIGHT  
VELOCITY  
(PHV)***

Curvas de velocidade de crescimento

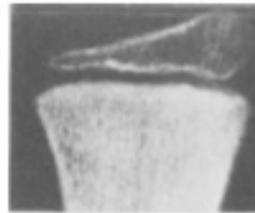
# MATURAÇÃO ÓSSEA



# MATURAÇÃO ÓSSEA



6.0



7.0



8.0



9.0



10.0



11.0



12.0



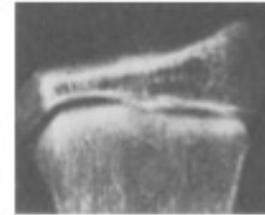
13.0



13.5



14.0



14.5



15.0



15.5



16.0



17.0



18.0

União da epífise com a diáfise do rádio em meninos de 6 a 18 anos. Substituição do tecido cartilaginoso por ósseo; largura diafisária se mantém constante.

# MATURAÇÃO SEXUAL

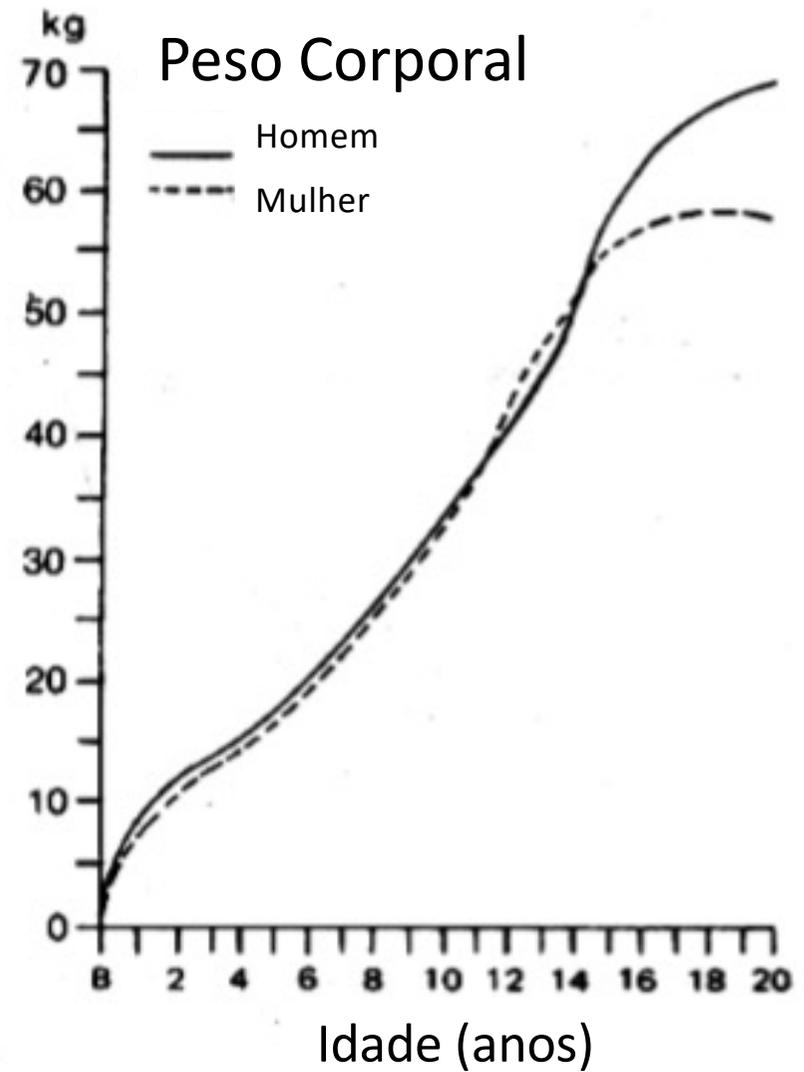
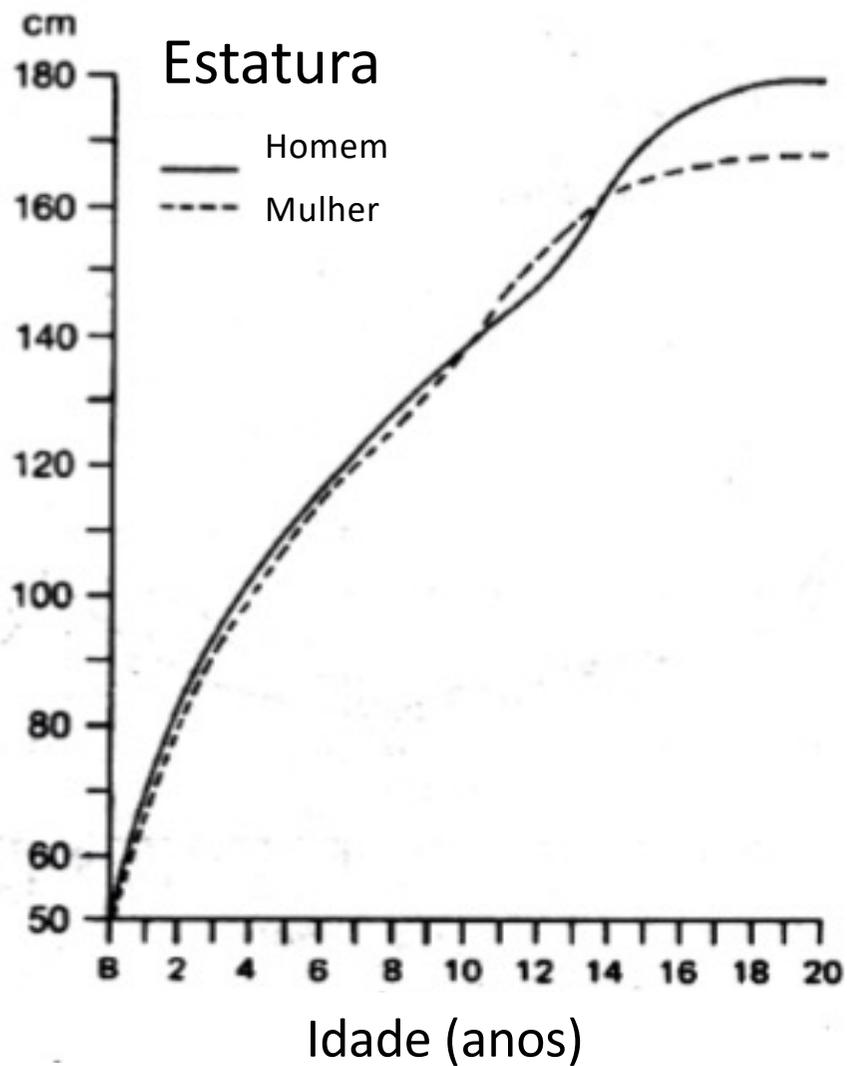
Estágio de maturação sexual das mamas (telarca - M) e dos pelos pubianos (pubarca - P) em meninas



Estágio de maturação sexual dos genitais (gonadarca - G) e pelos pubianos (pubarca - P) em meninos

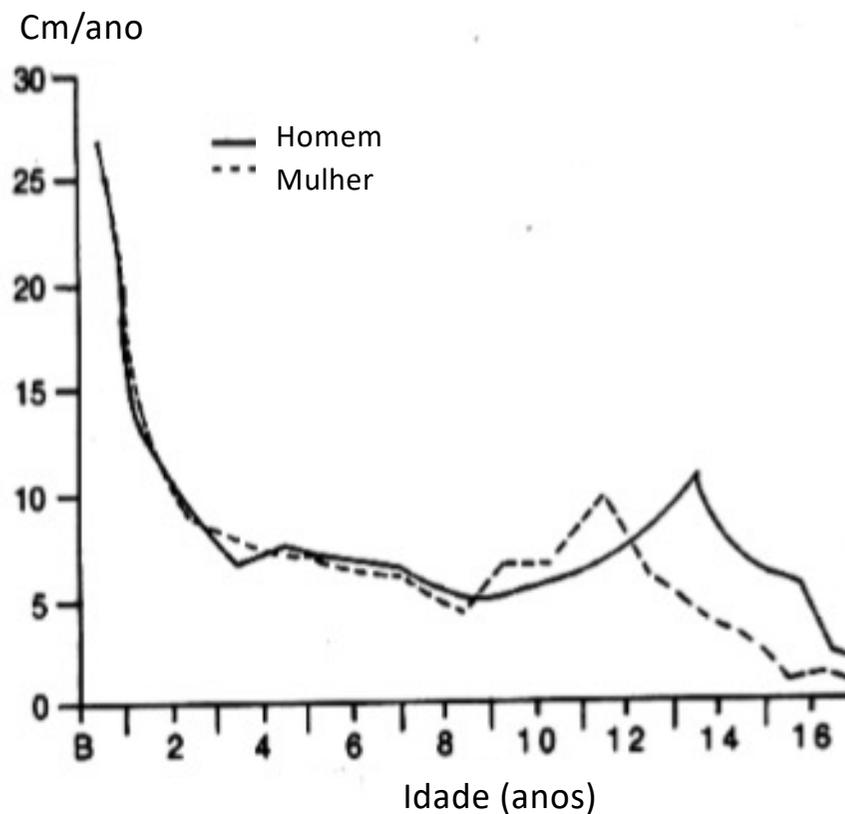


# CURVAS DE DISTÂNCIA

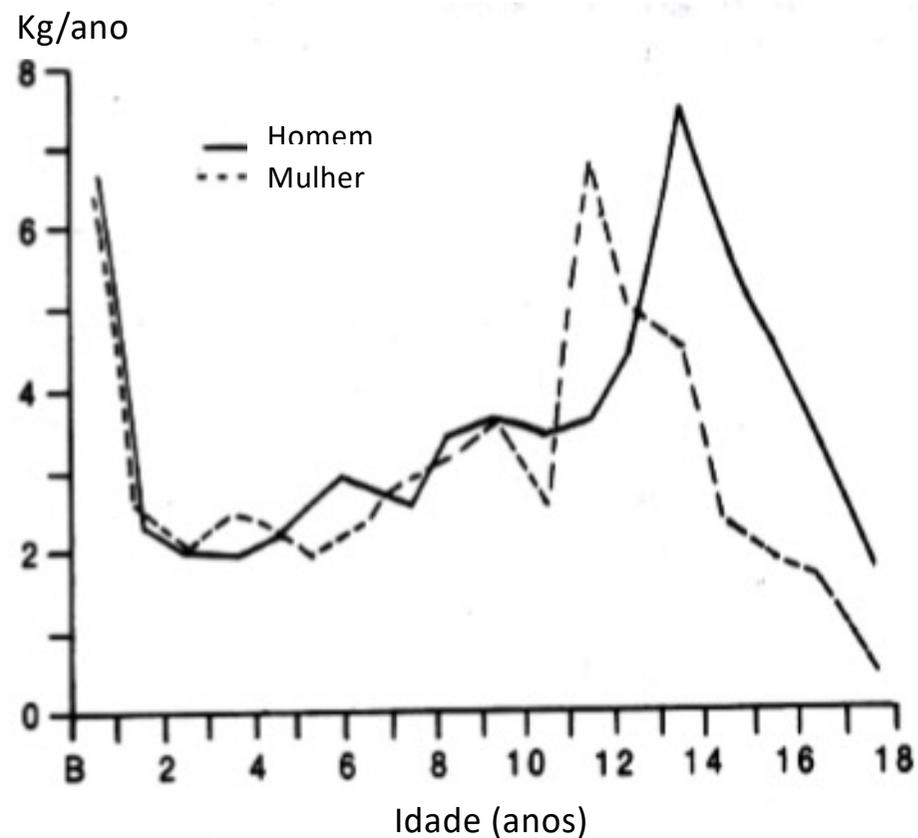


# CURVAS DE VELOCIDADE

## Estatura

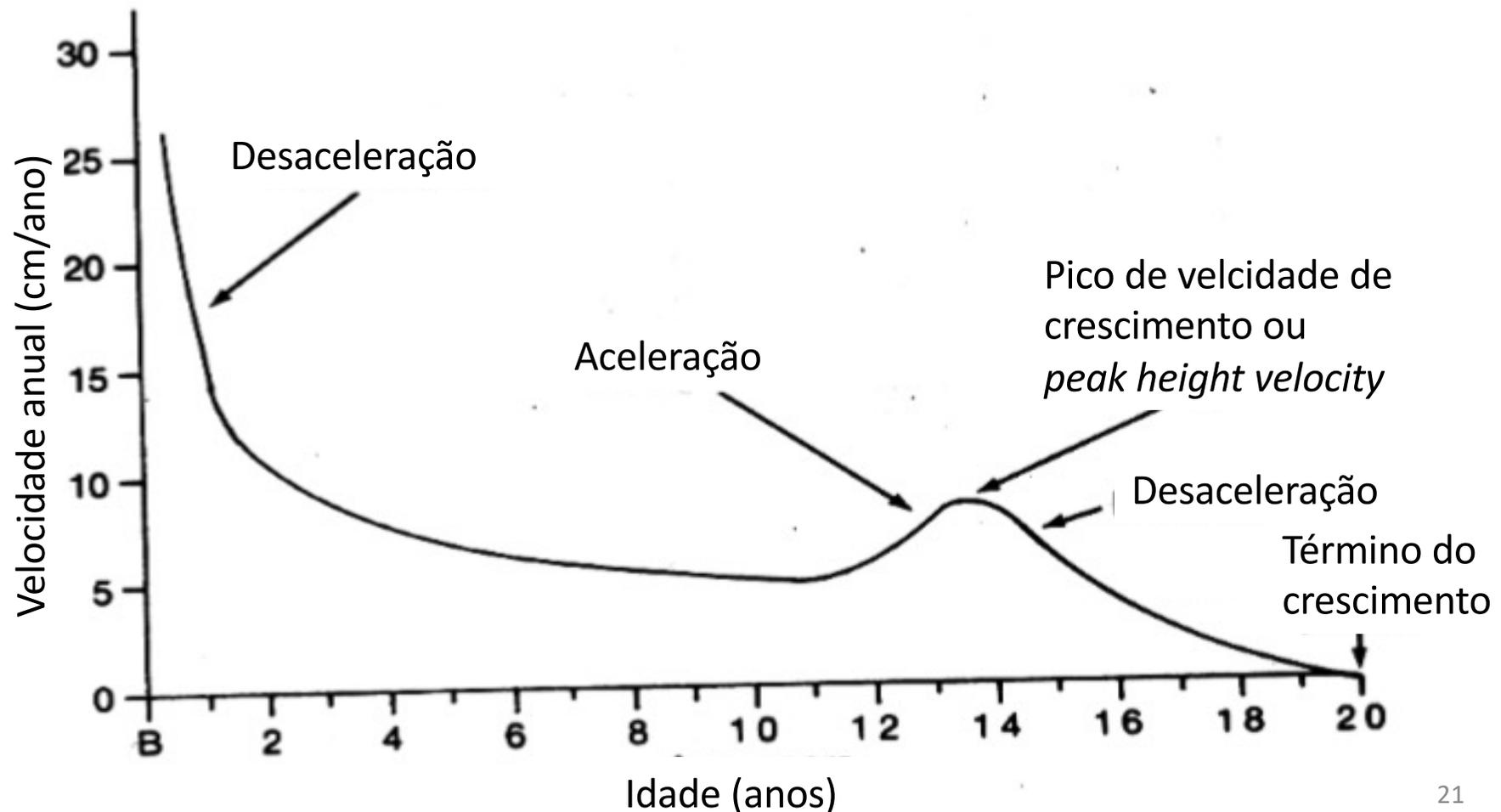


## Peso Corporal



# MATURAÇÃO MORFOLÓGICA

- Pico de velocidade de crescimento (PVC ou PHV): período de tempo em que a criança experimenta o crescimento ascendente mais acelerado da sua estatura (Lloyd, Oliver. Strength Cond J. 2012;34(3):61-72)



# Cálculo e construção da Curva de Velocidade, usando a Estatura como exemplo

		Idade 2 - Idade1	Estat2 - Estat 1	Velo Simples/Incr Idade	(Incr Idade 2 + Incr Idde 1)/2
Idade (anos)	Estatura (cm)	Incremento de idade	Velocidade simples	Velocidade anual (cm/anos)	Centro de idade (anos)
8.6	129.0				
9.4	130.6				
10.4	132.6				
11.2	134.6				
12.0	136.8				
13.3	142.0				
14.2	148.3				
15.2	158.0				
16.4	164.0				
17.4	167.4				
18.7	170.0				

Incremento de Idade = Idade 2 – Idade 1; Idade 3 – Idade 2 etc.

Velocidade Simples = Estatura 2 –Estatura 1; Estatura 3 – Estatura 2 etc.

Velocidade Anual = Velocidade simples % Incremento de idade

Centro de Idade = (Idade 2 + Idade 1) % 2; (Idade 3 + Idade 2) % 2 etc.

Obs.: por uma questão do formato do Excel usado (em Inglês), os números na planilha estão com ponto quando deveriam estar com vírgula. Em Português use sempre vírgula para casa decimal e ponto para o milhar.

		Idade 2 - Idade1	Estat2 - Estat 1	Velo Simples/Incr Idade	(Incr Idade 2 + Incr Idde 1)/2
Idade (anos)	Estatura (cm)	Incremento de idade	Velocidade simples	Velocidade anual (cm/anos)	Centro de Idade (anos)
8.6	129.0	0.8	1.6	2.0	9.0
9.4	130.6	1.0	2.0	2.0	9.9
10.4	132.6	0.8	2.0	2.5	10.8
11.2	134.6	0.8	2.2	2.8	11.6
12.0	136.8	1.3	5.2	4.0	12.7
13.3	142.0	0.9	6.3	7.0	13.8
14.2	148.3	1.0	9.7	9.7	14.7
15.2	158.0	1.2	6.0	5.0	15.8
16.4	164.0	1.0	3.4	3.4	16.9
17.4	167.4	1.3	2.6	2.0	18.1
18.7	170.0				

Cálculo e construção da **Curva de Velocidade**, usando a **Estatura** como exemplo

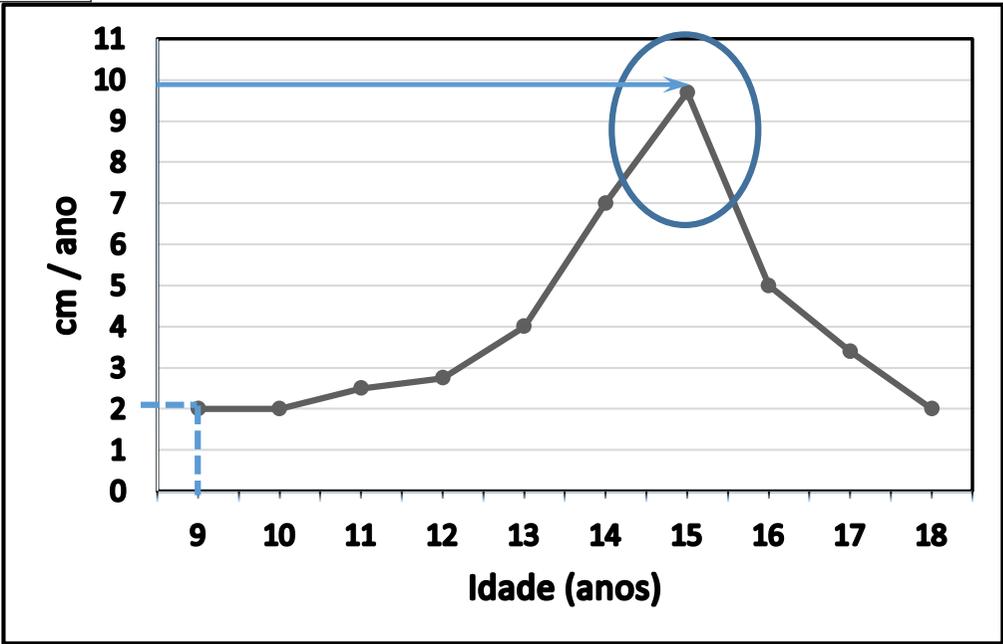


Incremento de Idade = Idade 2 – Idade 1; Idade 3 – Idade 2 etc.  
 Velocidade Simples = Estatura 2 –Estatura 1; Estatura 3 – Estatura 2 etc.  
 Velocidade Anual = Velocidade simples % Incremento de idade  
 Centro de Idade = (Idade 2 + Idade 1) % 2; (Idade 3 + Idade 2) % 2 etc.

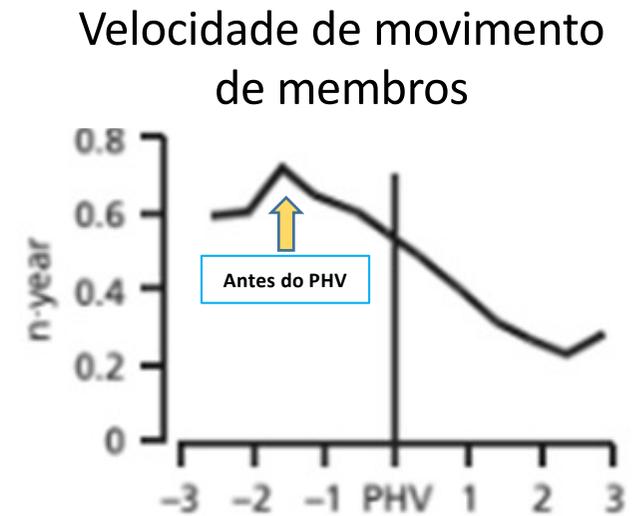
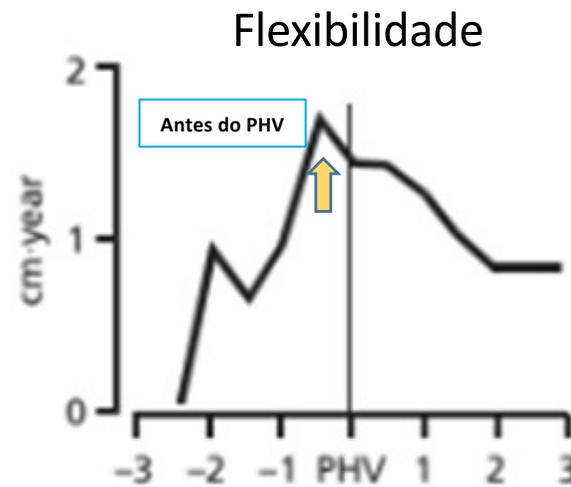
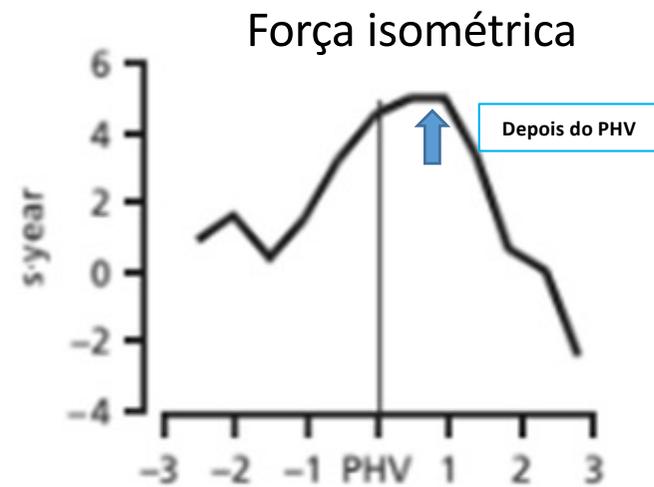
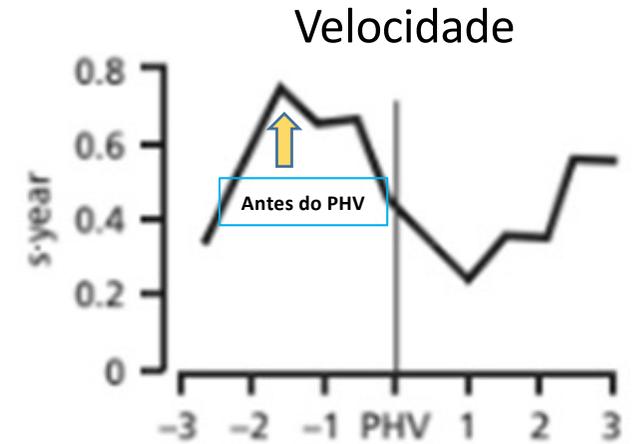
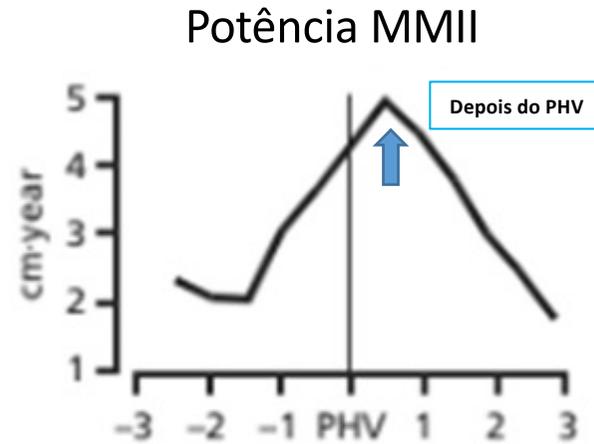
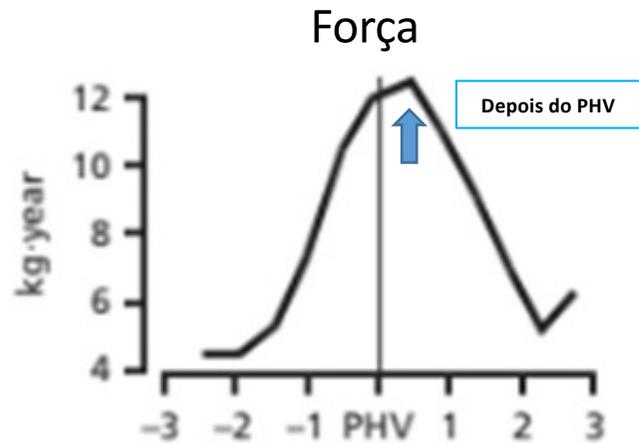
Assim você encontrará cada ponto pela combinação de centro de idade e velocidade anual

9.0 e 2.0; 9.9 e 2.0; 10.8 e 2.5 etc.

Obs.: por uma questão do formato do Excel usado (em Inglês), os números na planilha estão com ponto quando deveriam estar com vírgula. Em Português usa-se sempre vírgula para casa decimal e ponto para o milhar.



# PHV E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS



Anos antes e depois do PHV

# PHV E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

**Table 1.1** Timing of maximum observed velocities of several motor performance items relative to adolescent spurts in stature, body weight and arm pull strength in Belgian boys (after Beunen *et al.* 1988).

Desempenho	Estirão Estatura			Estirão Peso			Estirão Força		
	Precede	Coincide	Segue	Precede	Coincide	Segue	Precede	Coincide	Segue
Arm pull			×			×			
Vertical jump			×			×		×	
Plate tapping	×			×			×		
Shuttle run	×			×			×		
Sit & reach	×			×			×		
Bent arm hang			×			×		×	

# FORÇA MUSCULAR

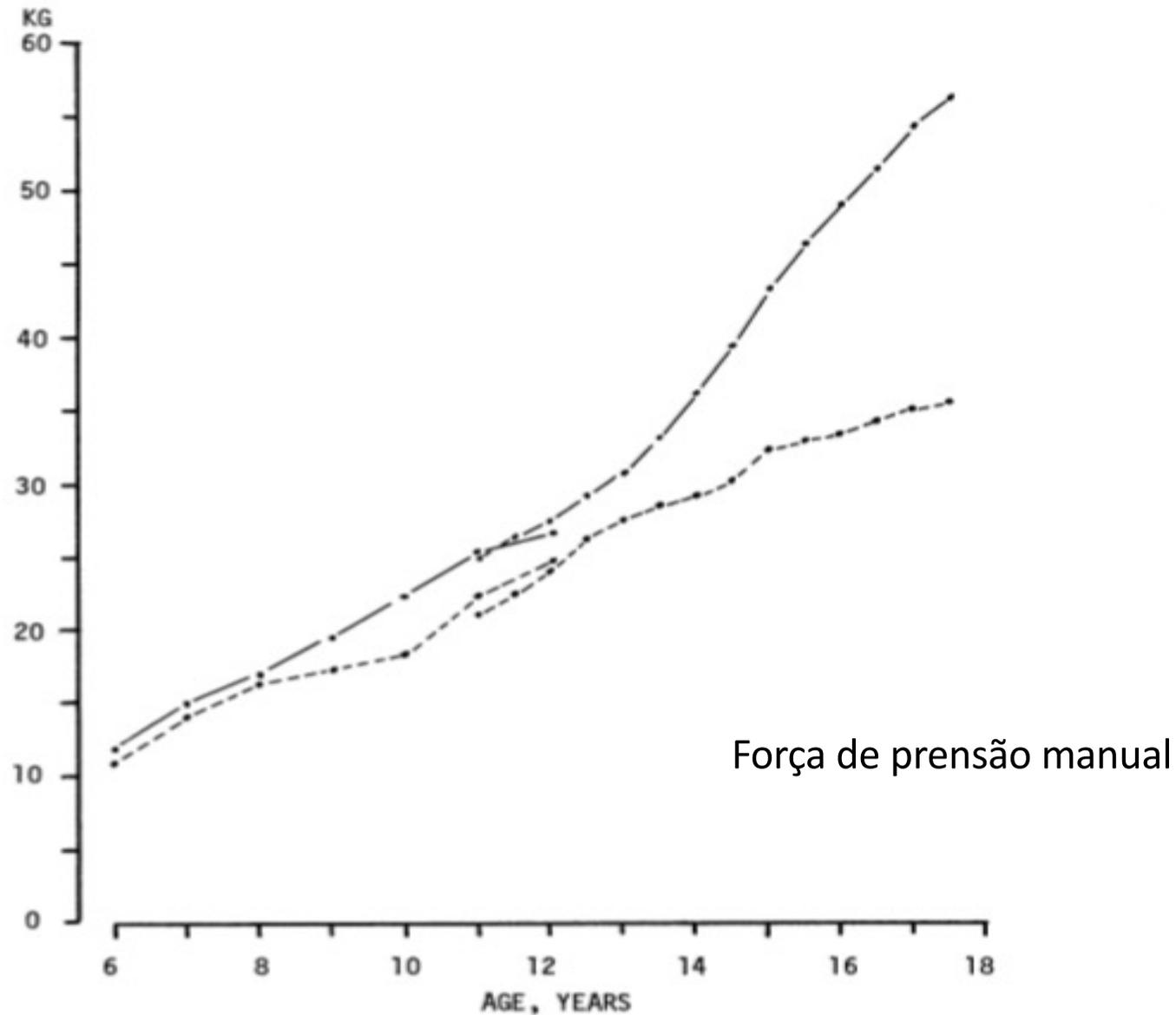


Fig. 4. Changes in muscular strength (right grip) during growth (—, boys, and ---, girls). Data from 6 to 12 years from Malina (unpublished) and from 11 to 18 years from Jones (1949).

# FORÇA MUSCULAR

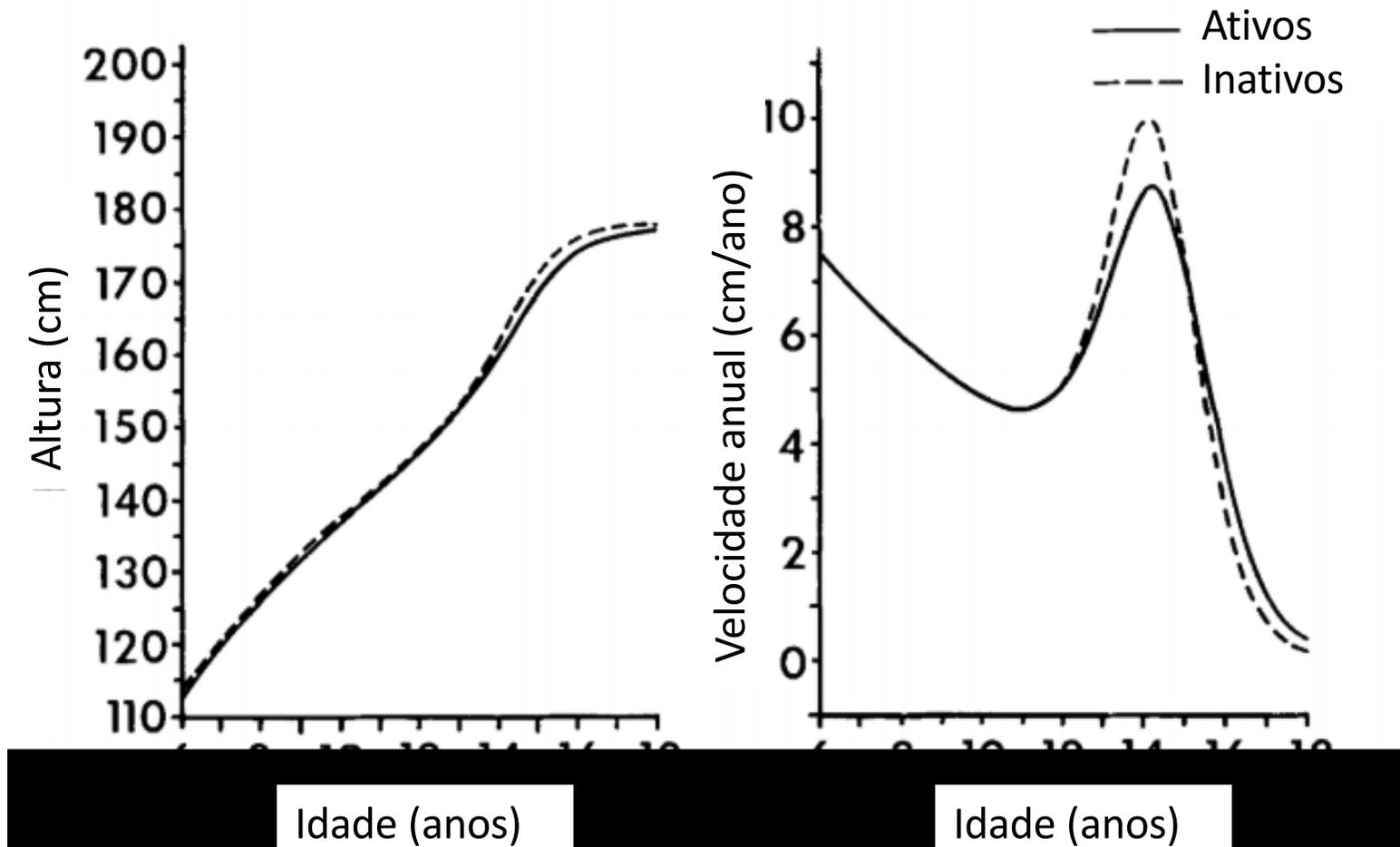
- Tecido muscular: desenvolvimento morfológico precede o desenvolvimento funcional – padrões similares
- Relação força X área de secção transversa
- O desenvolvimento máximo da força ocorre após o PVC e de ganho de MC (9-12 meses após o pico de ganho de MC)

# FORÇA MUSCULAR

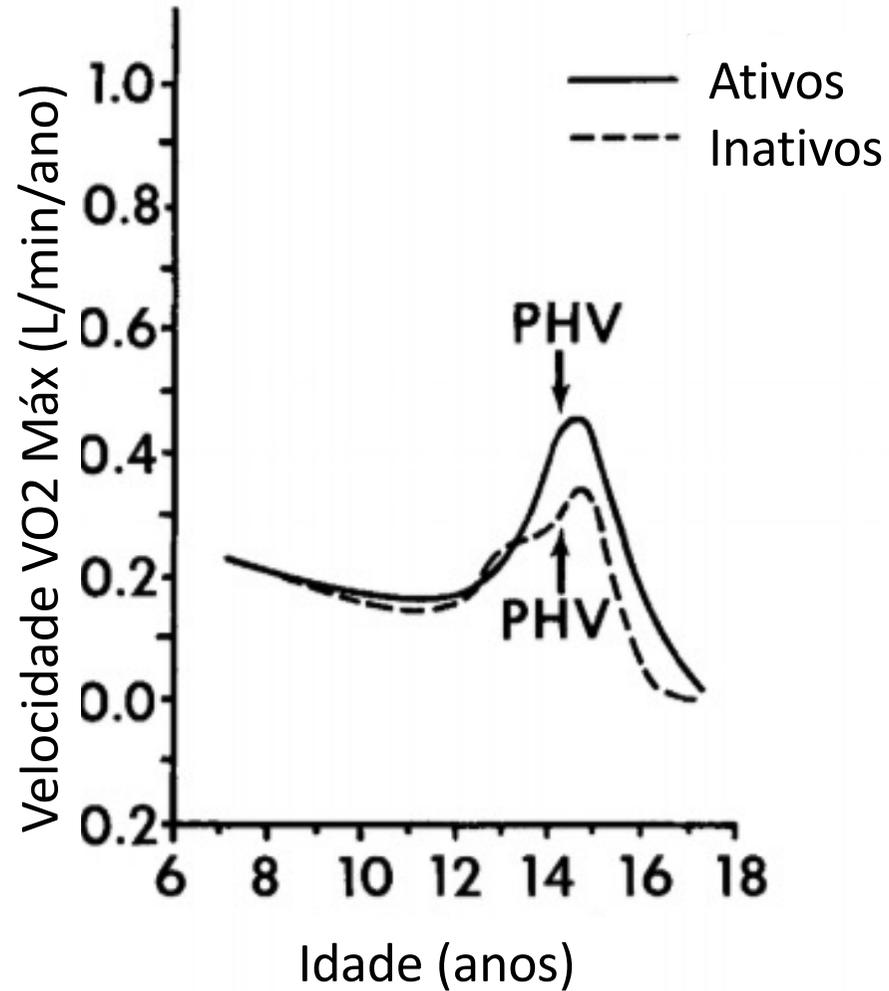
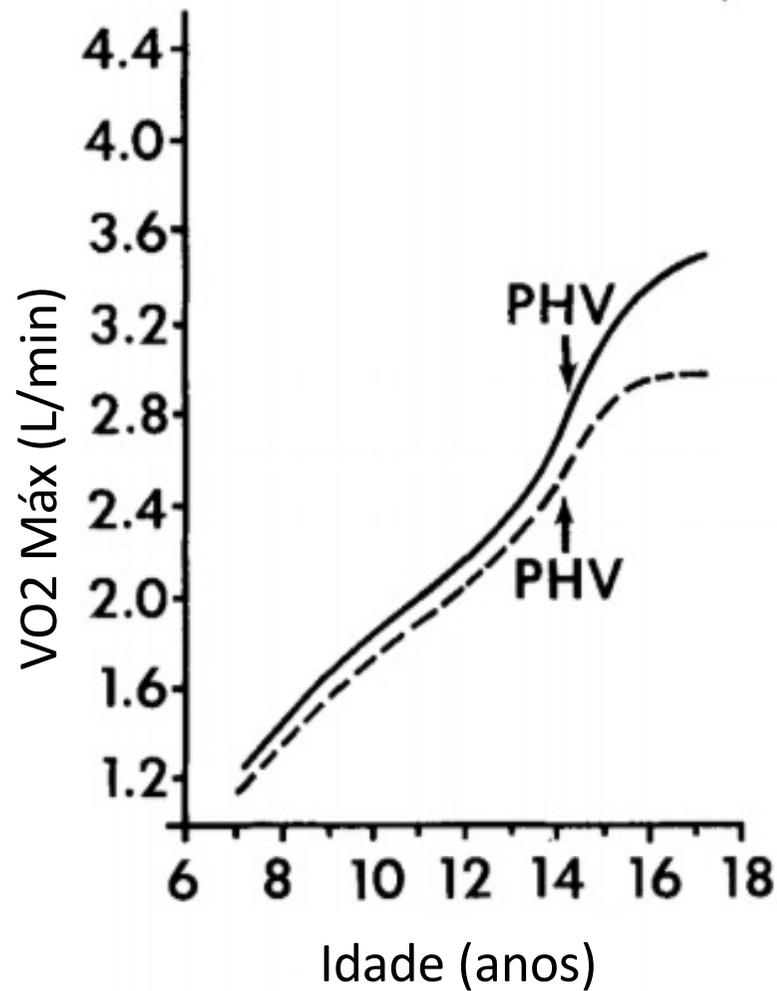
- Tanner (1962): pico de de crescimento muscular ocorre 3 meses após o PVC, e o pico de ganho de MC ocorre 6 meses após o PVC – importancia do desenvolvimento muscular para o ganho de massa
- Jones (1947): a menarca é um indicador preciso da maturação sexual à qual o crescimento e desenvolvimento da força podem ser relacionados. Pico de desenvolvimento da força ocorre pouco antes da menarca.

# CAPACIDADE AERÓBICA

- 14 inativos, 11 ativos, acompanhamento dos 7 aos 16 anos



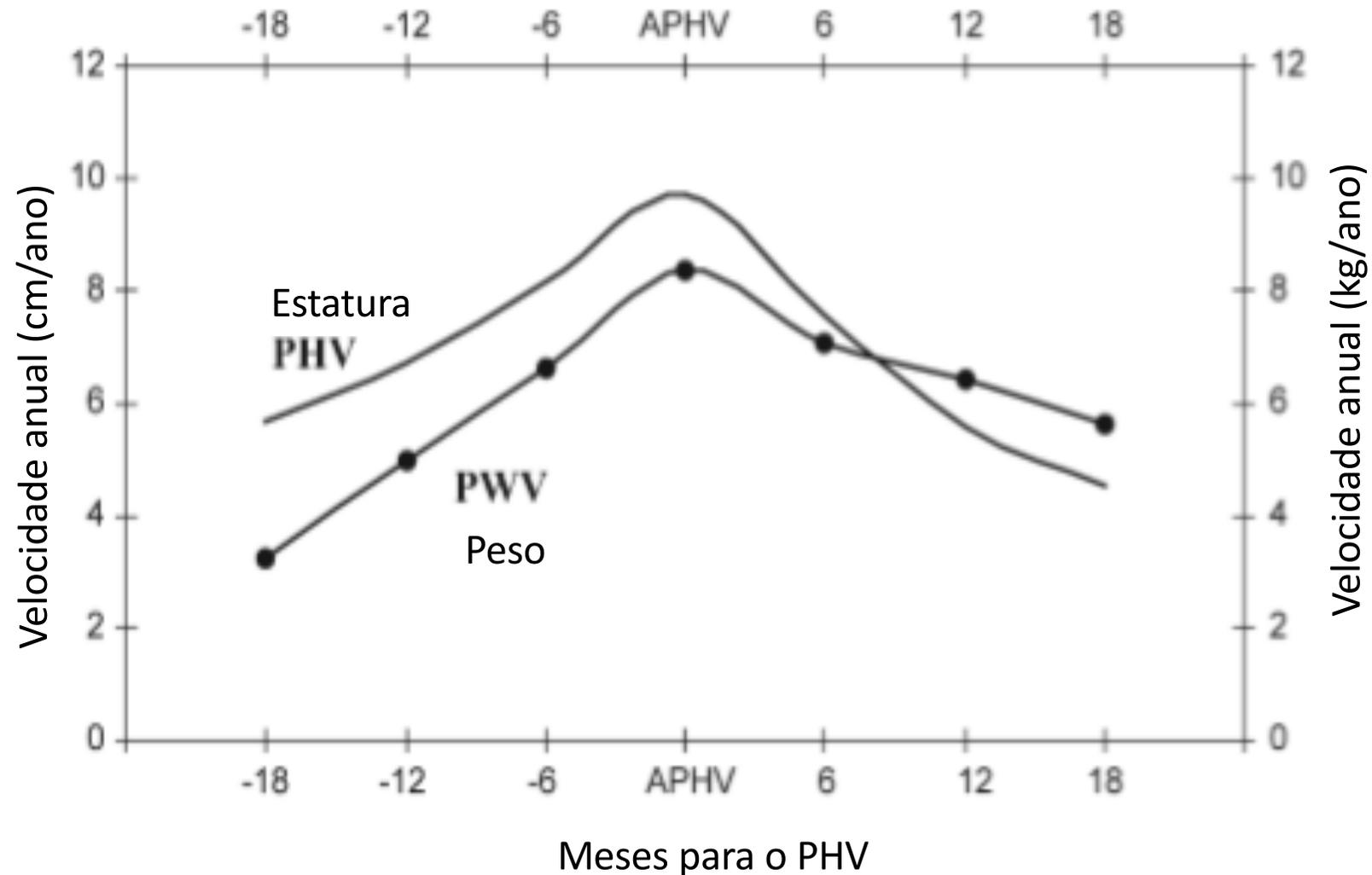
# CAPACIDADE AERÓBICA



# CAPACIDADE AERÓBICA

- Dificuldades na determinação da influência do treinamento, do crescimento, ou da combinação de ambos
- Valores pré-estirão similares entre jovens ativos e inativos
- Diferenças significativas jovens ativos e inativos no  $\text{VO}_2$  no início do estirão do crescimento e no valor de pico final
- Assim como na força, o mesmo acontece com o consumo de oxigênio: Estrutura Precede Função

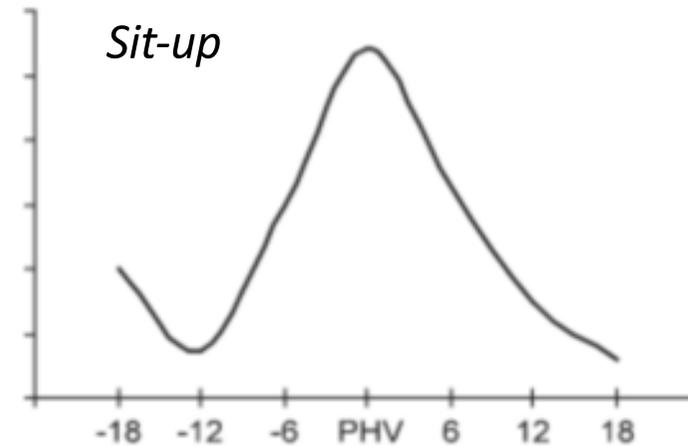
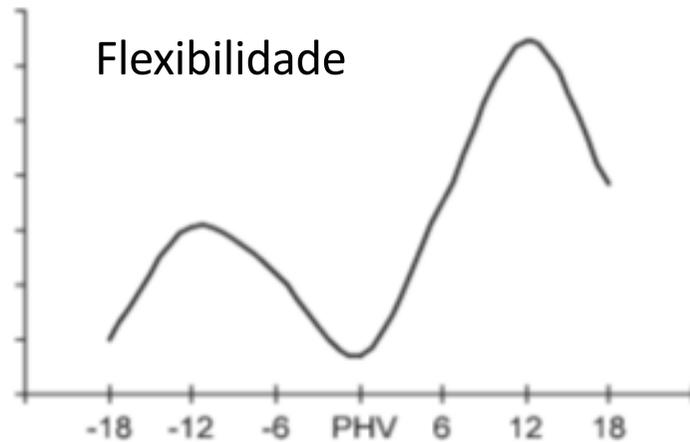
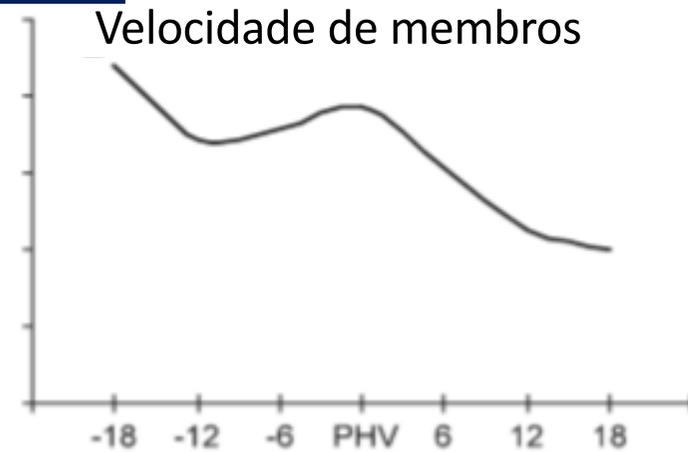
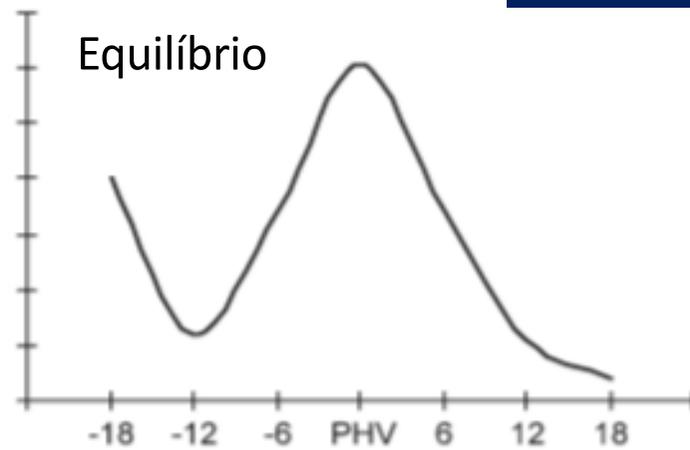
# PHV E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS



# PHV E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

## Em Atletas

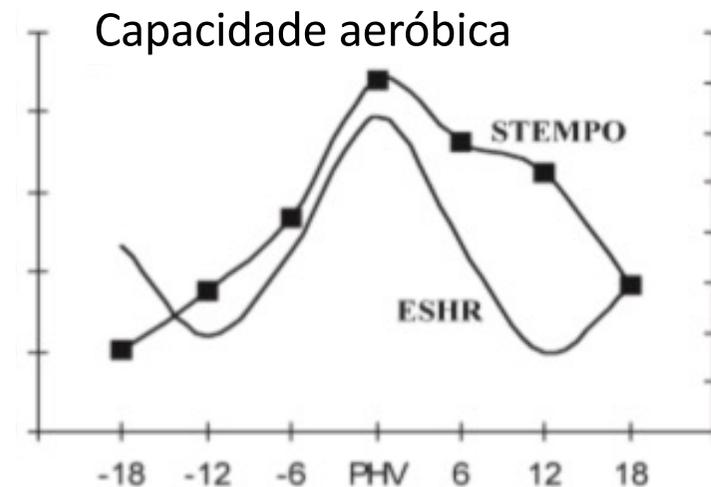
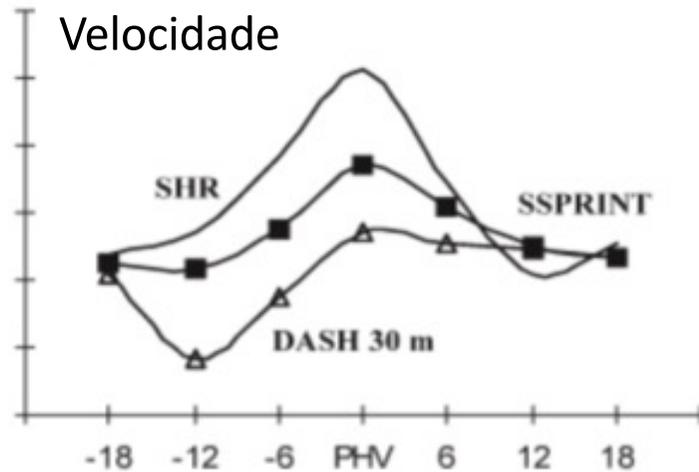
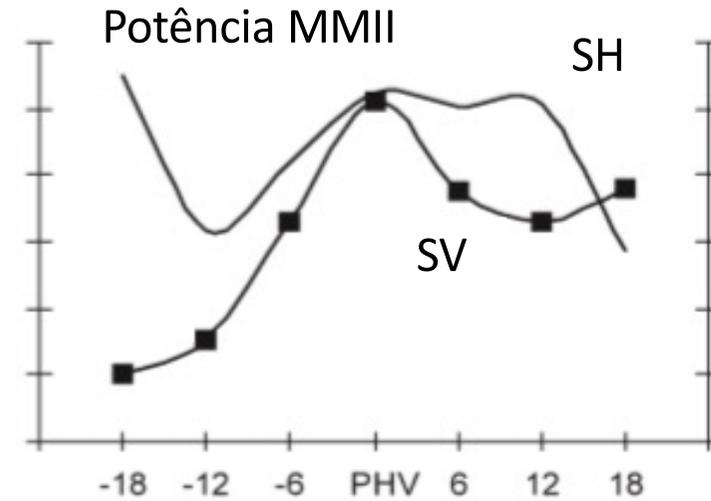
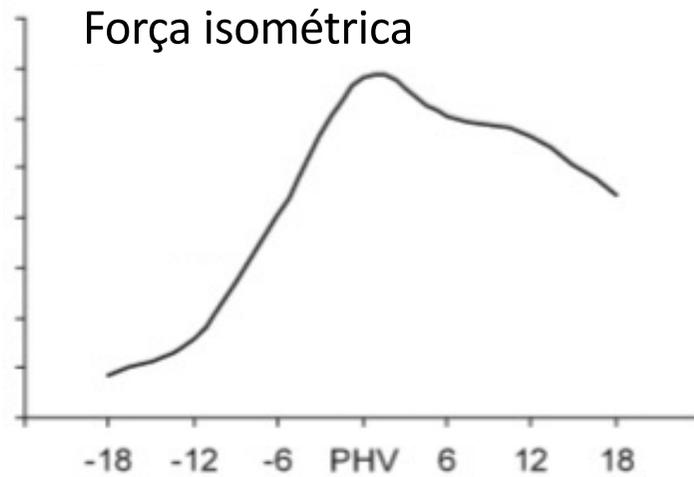
Eixo y: Velocidade anual



Eixo X: Meses em relação ao PHV

# PHV E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

Eixo y: Velocidade anual



Eixo X: Meses para o PHV

# PHV E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

## População de jovens atletas

- Status maturacional mais avançado
- Pico de desenvolvimento das capacidades funcionais coincide com PHV
- Tendência à platôs e novos picos pode estar ligada aos resultados do treinamento sistemático

# PHV E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

## Artigo Original



ISSN: 1983-7194

### **Influência da maturação na capacidade força explosiva de futebolistas da categoria sub-15**

*Influence of maturation in explosive power capacity of u15 soccer players*

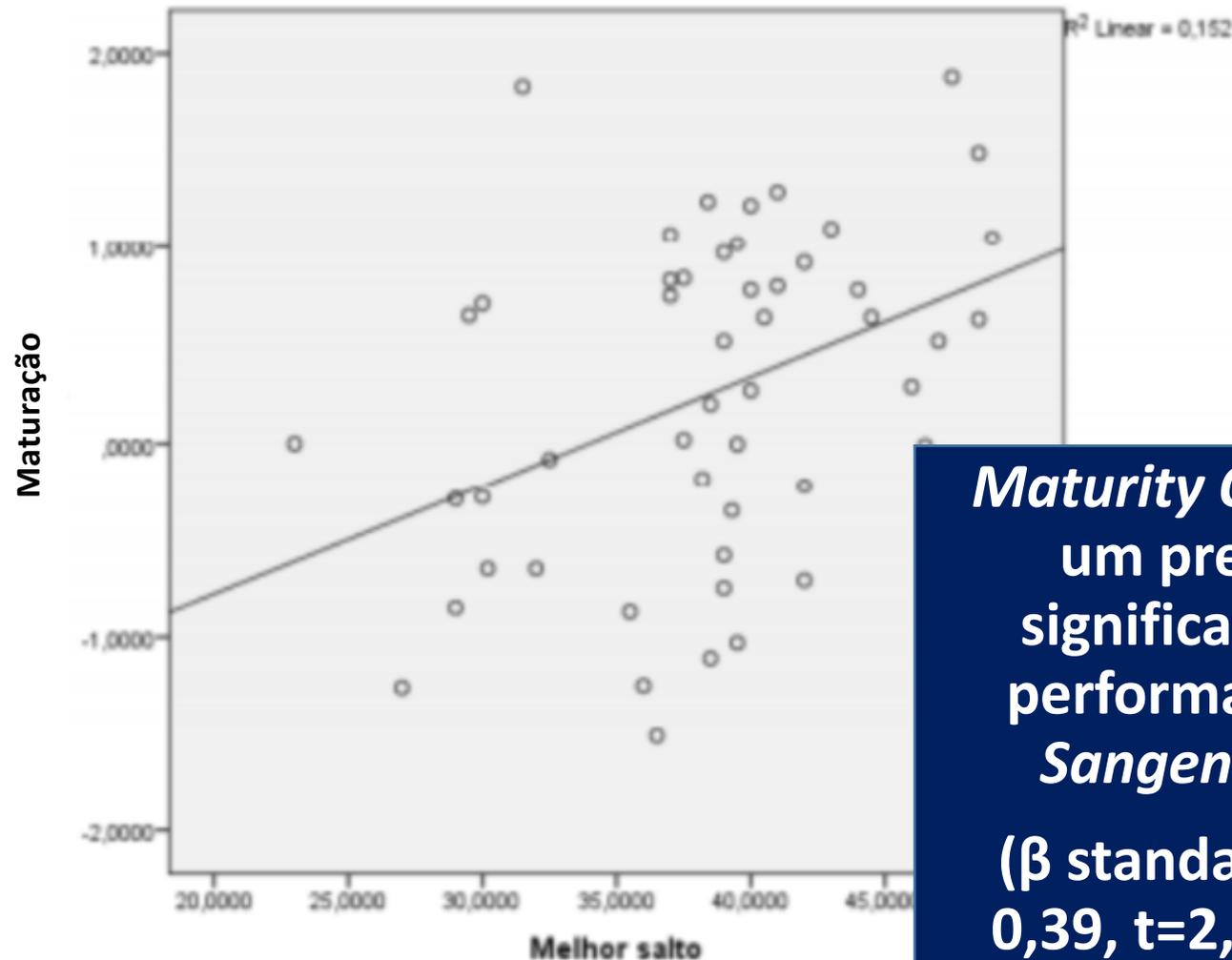
Moreira LP<sup>1</sup>, Andrade-Souza VA<sup>2</sup>, Vasconcelos FA<sup>3</sup>, Albuquerque MR<sup>1</sup>

1 Especialização em Futebol. Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. Brasil.

2 Grupo de Pesquisa em Ciências do Esporte (GPCE), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

3 Laboratório de atividade física e saúde. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

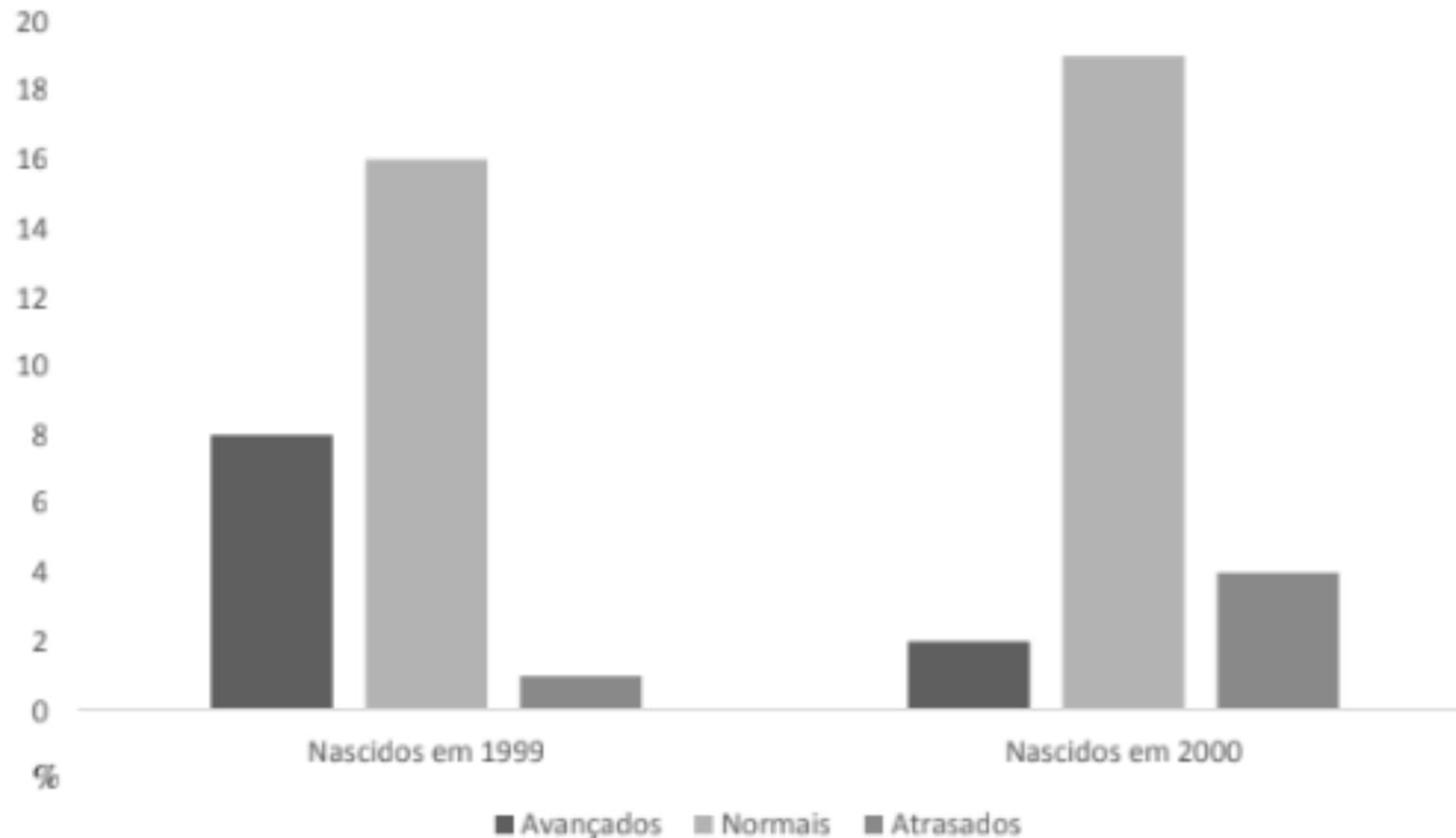
# PHV E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS



***Maturity Offset*** foi um preditor significativo da performance do *SangentJump*

( $\beta$  standardized = 0,39,  $t=2,938$ ,  $p < 0,01$ ).

# PHV E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS



**20% avançado**

**70% normal**

**10% atrasado**

# POR QUE AVALIAR A MATURAÇÃO?



JANEIRO  
ATRASADO 5 MESES



NOVEMBRO  
ADIANTADO 5 MESES

IC = JAN até NOV  
10 meses

IB = JAN até NOV  
-5 -5  
0 meses



JANEIRO  
ADIANTADO 5 MESES



NOVEMBRO  
ATRASADO 5 MESES

IC = JAN até NOV  
10 meses

IB = JAN até NOV  
+5 +5  
20 meses

**Efeito da Idade Relativa**  
*Relative Age Effect (RAE)*

# POR QUE AVALIAR A MATURAÇÃO?

- Há individualidade biológica no estirão
- Variação biológica entre indivíduos é um fator que influencia o crescimento ósseo e o desenvolvimento muscular, e por consequência a performance e a aptidão física
- PHV: referencial para o controle das mudanças nas dimensões e composição corporal e desempenho físico, ao invés da idade cronológica

# POR QUE AVALIAR A MATURAÇÃO?

- Maturação precoce possui maior representação na população de jovens atletas, assim como maior desempenho físico
- Jovens atletas homens tendem a ser mais avançados em termos maturacionais do que não-atletas, o que parece mais aparente em esportes ou funções/posições onde o tamanho é um fator crucial para performance

# POR QUE AVALIAR A MATURAÇÃO?

- Dimensões corporais e a maturação biológica contribuem de forma significativa para o sucesso dentro do esporte e na seleção de talentos

(Malina *et al.* J Sports Sci. 2012;30(15):1705-17)

- Mudanças drásticas no desempenho, em virtude do crescimento ósseo e da maturação biológica, podem ser erroneamente analisadas devido às diferenças individuais no ritmo da maturação biológica e na duração desse processo

(Coelho E Silva *et al.* Eur J Sport Sci. 2008;8(5):277-85)

# POR QUE AVALIAR A MATURAÇÃO?

- Tendência de orientação no processo de detecção e seleção de jovens atletas observado no âmbito esportivo, baseado nos valores absolutos das variáveis morfológicas e físicas

(Mortatti *et al.* Revista Andaluza de Medicina del Deporte. 2013;6(3):108-14)

- Vantagens no desempenho associadas à maturação precoce desaparecem na idade adulta: continuidade no treinamento possa igualar as performances físicas entre indivíduos que anteriormente possuíam estágios maturacionais distintos

(Malina *et al.* Human kinetics, 2004)

# POR QUE AVALIAR A MATURAÇÃO?



Fonte: <https://www.fifa.com/u17worldcup/teams/team/1882401/photos/>

# CURVAS DE CRESCIMENTO

## CURVA DE DISTÂNCIA

- EIXO X IDADE DA MEDIDA
- EIXO Y VALOR OBTIDO NO MOMENTO DA MEDIDA

## CURVA DE VELOCIDADE

- EIXO X (CENTRO DA IDADE) E EIXO Y (VELOCIDADE ANUAL)
- INCREMENTO DE IDADE: IDADE 2 - IDADE 1
- VELOCIDADE SIMPLES: ESTATURA 2 - ESTATURA 1
- VELOCIDADE ANUAL:  $(EST\ 2 - EST\ 1) / (IDADE\ 2 - IDADE\ 1)$
- CENTRO DA IDADE:  $(IDADE\ 2 + IDADE\ 1) / 2$

# CURVAS DE VELOCIDADE

ATIVIDADE: De acordo com as idades e as estaturas medidas ao longo de um período de tempo, construa uma curva de velocidade de estatura. Use uma casa decimal para o cálculo das variáveis. Indique a unidade dos eixos do gráfico, o valor do pico da velocidade de estatura (PHV), e a idade em que ocorreu o PHV.

<b>Idades (anos):</b>	<b>Estaturas (cm):</b>
8,6	129,0
9,4	130,6
10,4	132,6
11,2	134,6
12,0	136,8
13,3	142,0
14,2	148,3
15,2	158,0
16,4	164,0
17,4	167,4
18,7	170,0

# RECAPITULANDO...

Definições conceituais

- Idades
- Crescimento
- Desenvolvimento
- Maturação

Mudanças estruturais que envolvem esses processos

Métodos de avaliação da maturação

Maturação e desempenho físico

- População em geral
- Jovens atletas

Justificativa para avaliação da maturação

Prática: construção da curva de velocidade



# REFERÊNCIAS

Baxter-Jones AD, Eisenmann JC, Sherar LB. Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exerc Sci.* 2005;17(1):18-30.

Coelho E Silva MJ, Figueiredo AJ, Moreira Carvalho H, Malina RM. Functional capacities and sport-specific skills of 14-to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. *Eur J Sport Sci.* 2008;8(5):277-85.

Falkner F. *Human Growth: 2 Postnatal Growth.* Springer Science & Business Media; 2013

Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. *Growth, maturation, and physical activity.* Human Kinetics; 2004.

Malina RM, Coelho E Silva MJ, Figueiredo AJ, Carling C, Beunen GP. Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *J Sports Sci.* 2012;30(15):1705-17.

Mirwald RL, Bailey DA, Cameron N, Rasmussen RL. Longitudinal comparison of aerobic power in active and inactive boys aged 7· 0 to 17· 0 years. *Ann Hum Biol.* 1981;8(5):405-14.

Moreira LP, Andrade-Souza VA, Vasconcellos F, Albuquerque MR. Influência da maturação na capacidade força explosiva de futebolistas da categoria sub-15. *Rev Bras Futebol (The Brazilian Journal of Soccer Science).* 2016 Apr 30;8(1):76-83.

Mortatti AL, Honorato RC, Moreira A, Arruda MD. El uso de la maduración somática en la identificación morfofuncional en jóvenes jugadores de fútbol. *Rev Andaluza Med del Deporte.* 2013;6(3):108-14.

Philippaerts RM, Vaeyens R, Janssens M, Van Renterghem B, Matthys D, Craen R, Bourgois J, Vrijens J, Beunen G, Malina RM. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *J Sports Sci.* 2006;24(3):221-30.

Tanner JM. *Growth at Adolescence.* Blackwell Scientific Publications. 1962.



PPGCEE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS DO EXERCÍCIO E DO ESPORTE



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Disciplina – Cineantropometria I

**OBRIGADA**

anaclaravalle7@gmail.com

labcineantropo@gmail.com