

# EQUAÇÃO PREDITORA DE IDADE ÓSSEA NA INICIAÇÃO ESPORTIVA ATRAVÉS DE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS

CLÍNICA MÉDICA DO  
EXERCÍCIO E DO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

PREDICTION EQUATION OF BONE AGE IN SPORTS INITIATION THROUGH ANTHROPOMETRIC VARIABLES

Breno Guilherme de Araújo T. Cabral<sup>1,4</sup>  
Suzet de Araújo Tinóco Cabral<sup>1,4</sup>  
Roberto Vital<sup>2</sup>  
Kenio Costa de Lima<sup>3</sup>  
Tabata Alcantara<sup>5</sup>  
Victor Machado Reis<sup>6,7</sup>  
Paulo Moreira Silva Dantas<sup>1,4</sup>

1. Educação Física. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal, RN, Brasil.
2. Medicina. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal, RN, Brasil.
3. Odontologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal, RN, Brasil.
4. Laboratório de Atividade Física e Saúde, AFISA-UFRN, Natal – RN, Brasil.
5. Medicina. Universidade Potiguar – UNP.
6. Educação Física. Universidade de Trás os Montes e Alto Douro – UTAD-PT.
7. Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento – CIDESD- PT.

## Correspondência:

Campus Universitário, UFRN –  
Departamento de Educação Física  
Av. Sen. Salgado Filho, 3000  
59078-970 – Potilandia, Natal, RN, Brasil  
E-mail: brenotcabral@gmail.com

## RESUMO

**Introdução:** Atualmente o desempenho esportivo tem se desenvolvido de forma rápida e concreta, exigindo, dessa forma, uma eficiente evolução das diferentes áreas das ciências do esporte, oferecendo o suporte científico necessário à continuidade desse fenômeno. **Objetivo:** O estudo em questão teve como objetivo desenvolver uma equação matemática preditora de idade óssea de jovens atletas, com base em variáveis antropométricas. **Métodos:** Para se alcançar o resultado final foram medidas dobras cutâneas, perímetros corporais e diâmetros ósseos, idade cronológica e idade óssea. O tratamento estatístico utilizou a correlação entre as variáveis, a regressão linear múltipla com modelagem *backward*. **Resultado:** Se obteve como resultado final um modelo de equação que explica 75,4% da variação da idade óssea com  $r = 0,868$  e  $R^2 = 0,754$ , utilizando idade cronológica, estatura, dobra tricúspita, perímetro corrigido de braço e diâmetros de fêmur e úmero. **Conclusão:** Concluiu-se a partir dos resultados, que esse tipo de modelo revela valores aproximados aos observados através da radiografia de mão e punho, tornando-se importante na observação do estágio maturacional através de testes de fácil aplicabilidade por profissionais da área esportiva.

**Palavras-chave:** maturação, morfologia, voleibol.

## ABSTRACT

**Introduction:** Currently sports performance has developed rapidly and concrete, thus requiring an efficient evolution of different areas of sport sciences offering scientific support necessary continuity of this phenomenon. **Objective:** The present study aimed to develop a predictive mathematical equation bone age of young athletes, based on anthropometric variables. **Methods:** To achieve the final result were measured skinfolds, body circumferences and bone diameters, chronological age and bone age. The statistician treatment used the correlation between variables, multiple linear regression model with backward. **Results:** the study had the end result of a model equation that explaining 75.4% ( $r = 0,868$ ;  $R^2 = 0,754$ ) of the variation of bone age using the chronological age, height, triceps skinfolds, perimeter corrected arm and diameters of femur and humerus. **Conclusion:** It was concluded from the results that this type of model shows approximate values to those observed by the hand and wrist radiography, becomes important in the observation of maturational stage through testing is easily performed by professionals in the sports area.

**Keywords:** maturation, morphology, volleyball.

## INTRODUÇÃO

A literatura tem apontado que conhecer o momento em que se encontram crianças e adolescentes, dentro do processo de desenvolvimento maturacional, é um importante instrumento para que a iniciação esportiva seja adequada, minimizando possíveis erros na detecção, seleção e promoção dos jovens atletas<sup>1</sup>. Existem diversas formas de avaliação do processo maturacional. Entretanto, apesar da confiabilidade das diferentes formas de avaliação, a maturação óssea merece destaque, sendo a mais confiável e eficaz, uma vez que as mudanças de forma e de densidade do osso permitem tornar mensurável o trajeto durante todo o período de crescimento<sup>2</sup>. A busca por um método menos oneroso e invasivo de identificação da maturação tem sido uma constante nas diversas áreas da saúde. Todavia, o desenvolvimento de tais métodos é considerado de grande relevância para as ciências do esporte, diante da comprovada relação do estágio maturacional com o desempenho do atleta e importância da implementação desse tipo de avaliação na seleção, descoberta e orientação de talentos esportivos<sup>3</sup>.

O desenvolvimento de uma equação, menos invasiva e menos onerosa, que possa ser aplicada no ambiente esportivo para análise ma-

turacional de iniciantes na prática esportiva, utilizando apenas variáveis de fácil aferição e pouco custo, que permitam a observação do estágio maturacional do indivíduo, torna-se de grande relevância. Dentro desse contexto, e diante da necessidade de identificação prática de orientação precoce dos jovens talentos esportivos, no intuito de evitar erros no processo de formação desse atleta iniciante, foi determinado como objetivo principal deste estudo desenvolver uma equação matemática preditora de idade óssea, a partir de variáveis antropométricas.

## MÉTODOS

A pesquisa realizada foi descritiva com tipologia transversal, com universo amostral de 149 sujeitos, de ambos os sexos com idades entre 8 e 14 anos, escolhidos de forma não probabilística intencional entre alunos de um projeto que trabalha com iniciação esportiva na cidade de Natal, RN, Brasil. Os testes realizados atenderam rigorosamente os protocolos escolhidos para observação das variáveis em questão, seguindo os procedimentos previamente autorizados pelo Comitê de ética (parecer Nº 071/071/2010), atendendo aos itens propostos pela resolução 196/96-CNS-Brasil e respeitando as normas internacionais

de experimentação com humanos (Declaração de Helsinque, 1975).

As variáveis antropométricas foram observadas na semana seguinte à realização do exame de raio-X para evitar interferência do processo maturacional, uma vez que esse processo é contínuo. No presente estudo, a idade óssea foi considerada a variável dependente, sendo, portanto, as outras variáveis independentes. Na tentativa de minimizar ao máximo quaisquer interveniências na mensuração das medidas antropométricas, houve o cuidado de observar o Erro Técnico de Medida (ETM) intra-avaliador, uma vez que todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador. Observou-se o intervalo de 0,7% a 4,6% de ETM e 9,52% a 43,25% no Coeficiente de Variação<sup>4</sup>.

Para avaliação antropométrica, os sujeitos foram mensurados descalços e usando roupas leves, observando-se as seguintes medidas:

**Massa corporal:** Com o indivíduo em pé, no centro da plataforma da balança, a massa foi registrada em quilogramas. Utilizou-se uma balança eletrônica Filizola 110V, com capacidade para 150 kg e divisões de 1/10 de kg.

**Estatura corporal:** Distância entre a planta dos pés e o ponto mais alto da cabeça (vértex), em apneia, com a cabeça orientada no plano de Frankfurt. A medida foi registrada em cm e foi utilizado um estadiômetro Sanny ES2020.

**Perímetros, diâmetros e comprimentos:** Para aferir os perímetros, diâmetros e comprimentos foram seguidos os procedimentos de Marfell-Jhones *et al.*<sup>5</sup>, e utilizou-se como instrumento a fita antropométrica SANNY (precisão de 0,1 mm) para aferição dos perímetros e comprimentos e um paquímetro pequeno SANNY para os diâmetros, ambos de fabricação brasileira. Foram aferidos o comprimento de membros superiores e inferiores, pé e mão, Perímetro do braço (Pb), Perímetro corrigido do braço (Pcb), que se refere ao perímetro do braço em centímetros, subtraído pelo valor da dobra cutânea tricipital (TR) transformado em centímetros, Perímetro de perna (Pp) e o Perímetro corrigido de perna (Pcp), que se refere ao perímetro de perna (panturrilha) em centímetros, subtraído pelo valor da dobra cutânea de perna transformado em centímetros, Diâmetro bi-cristalíaco (Di.bi.cr), Diâmetro biacromial (Di.bi.ac), Biepicondiliano do Fêmur (DF) e Biepicondiliano do Úmero (DU).

**Dobras cutâneas:** As medidas de dobras cutâneas foram realizadas no lado direito dos sujeitos e repetidas três vezes sucessivas em cada local seguindo o protocolo Marins e Giannichi<sup>6</sup>. Foi utilizada a média como valor da medida ou dois valores coincidentes. O compasso de dobras cutâneas científico SANNY foi utilizado para aferir as dobras. Foram aferidas as Dobras tricipital (TR), de perna (PM), Supraespinhal (SE) e Subescapular (SE).

A idade cronológica em anos foi determinada pela soma dos meses de vida do indivíduo, a partir de sua data de nascimento dividida por 12, resultando, assim, em sua idade cronológica em anos.

A idade óssea, variável dependente do estudo, foi determinada mediante laudo médico diagnosticado através do raio-X de mãos e punho. Foi administrada uma única dosagem radiográfica de forma individualizada, onde as radiografias foram realizadas por meio de um aparelho da marca Rhos, com ampola Toshiba de 60 Kvp e 9 mA, a uma distância foco-filme de 75 cm. O filme utilizado foi Kodak TMATX de 18 x 24 cm, em chassi com écran de terras raras, revelados em uma processadora automática DENTXR, com componentes químicos para Kodak. Posteriormente, as películas foram analisadas de forma iW1976<sup>7</sup>, o qual observa a sequência de eventos da ossificação através de Raio-X, utilizando o atlas proposto por Pyle, Waterhouse, Greulich (1971) para comparação e determinação da idade óssea. Com o objetivo de avaliar a reprodutibilidade e fiabilidade dos observadores, utilizando o método citado, aplicou-se o teste estatístico de Kappa, obtendo-se um ótimo

valor de concordância interavaliador (0,88). Para a análise estatística e construção do modelo, foi utilizado o *software Stata* 10.0, onde se observou a estatística descritiva, estabelecendo medidas de tendência central e dispersão. O pressuposto de distribuição normal dos dados foi verificado através do teste de Kolmogorov-Smirnov e, posteriormente, foi aplicado o coeficiente de correlação de Pearson entre a idade óssea e as demais variáveis, com nível de significância de  $P < 0,05$ . A partir dos resultados encontrados, foi realizada uma regressão linear múltipla com a modelagem *backward* e no modelo final foram incluídas todas as variáveis independentes que apresentaram significância de correlação com a idade óssea  $< 0,20$ . Antes da inclusão das variáveis no modelo de regressão linear múltipla, testou-se a existência de multicolinearidade entre as variáveis independentes através do fator inflação da variância (FIV) e tolerância, os quais demonstraram não haver multicolinearidade entre as mesmas. Os valores foram ainda analisados pelos limites de concordância do gráfico de Bland e Altman.

## RESULTADOS

Em um primeiro momento na tabela 1, para efetivação de um modelo matemático que pudesse prever a idade óssea, foi realizado o cálculo dos coeficientes de correlação linear entre as variáveis da idade óssea, a antropometria e a idade cronológica.

Na sequência, recorreu-se a recursos da análise de regressão múltipla com modelagem *backward*, onde foram desenvolvidos modelos matemáticos para a estimativa da idade óssea. De acordo com a análise de regressão, os melhores parâmetros obtidos para elaboração do modelo preditivo de idade óssea, seguindo os critérios de nível de

**Tabela 1.** Correlação da idade óssea com as variáveis antropométricas.

	IDADE ÓSSEA N = 149	
	r	p
Idade cronológica	0,774	< 0,001
Massa corporal	0,589	< 0,001
Estatura	0,732	< 0,001
Diâmetro biacromial	0,645	< 0,001
Diâmetro bi-cristalíaco	0,483	< 0,001
Comprimento de membro inferior	0,659	< 0,001
Comprimento de membro superior	0,538	< 0,001
Comprimento de pé	0,447	< 0,001
Comprimento de mão	0,171	0,037
Dobra cutânea tricipital	0,142	0,090
Dobra cutânea supraespinhal	0,206	0,013
Dobra cutânea de perna	0,122	0,146
Diâmetro de úmero	0,241	0,004
Diâmetro de fêmur	0,287	< 0,001
Perímetro braço	0,428	< 0,001
Perímetro perna	0,524	< 0,001
Perímetro corrigido de braço	0,461	< 0,001
Perímetro corrigido de perna	0,552	< 0,001

significância dos modelos, maior coeficiente de correlação múltipla ( $r$ ), maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e praticidade na utilização do modelo preditivo, foi descrito abaixo nos parâmetros descritos na tabela 2 e modelo descrito na equação 1.

**Tabela 2.** Parâmetros obtidos para regressão linear múltipla.

	Coeficiente não padronizado		Coeficiente padronizado			Intervalo de confiança para o beta (95,0%)	
	Beta	Erro padrão		t	p	Limite inferior	Limite superior
(Constant)	-11,620	1,570		-7,399	0,000	-14,726	-8,514
Estatura	7,004	1,402	0,314	4,995	0,000	4,231	9,777
Sexo	1,226	0,230	0,243	5,324	0,000	0,771	1,682
IC	0,749	0,098	0,447	7,630	0,000	0,555	0,943
Tricipital	-0,068	0,024	-0,181	-2,811	0,006	-0,117	-0,020
Pcb	0,214	0,057	0,289	3,790	0,000	0,102	0,326
Diâm. úmero	-0,588	0,260	-0,144	-2,256	0,026	-1,103	-0,073
Diâm. fêmur	0,388	0,164	0,150	2,371	0,019	0,064	0,712

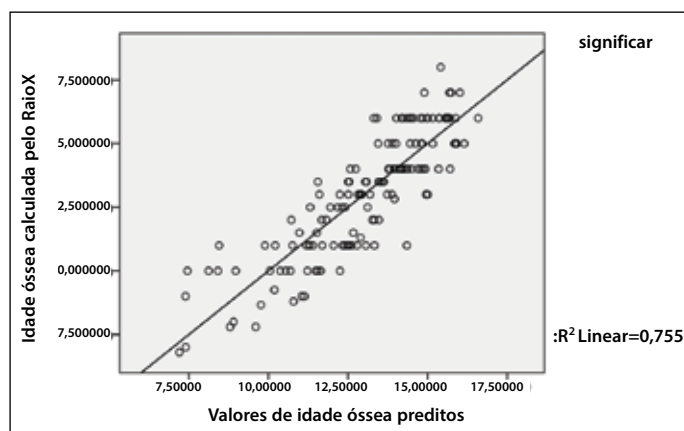
Observados os parâmetros obtidos na regressão linear, foi testada a multicolinearidade entre as variáveis independentes, para que se evitassem erros, ocasionados pelo desvio de resultados entre as variáveis, impossibilitando qualquer estimativa. Os resultados demonstraram não haver multicolinearidade entre as variáveis, sendo a ausência da mesma uma das premissas para estabelecer um modelo de regressão múltipla correto, possibilitando o desenvolvimento do modelo de equação matemática para estimativa de idade óssea em crianças de oito a 14 anos, descrita como objeto principal deste estudo.

### Equação

Idade óssea =  $-11,620 + 7,004$  (estatura) +  $1,226.D_{\text{SEXO}}$  +  $0,749$  (idade) -  $0,068$  (Tr) +  $0,214$  (Pcb) -  $0,588$  (Du) +  $0,388$  (Df).

Onde: Para o sexo masculino:  $D_{\text{SEXO}} = 0$ , Para o sexo feminino:  $D_{\text{SEXO}} = 1$ , Estatura (m), Idade (anos), Tr = dobra cutânea tricipital (mm), Pcb = perímetro corrigido de braço (cm), Du = diâmetro de úmero (cm), Df = diâmetro de fêmur (cm). Para o modelo de equação matemática desenvolvido no presente estudo ( $r = 0,868$ ) foram incluídas todas as variáveis independentes que apresentaram significância de correlação com a idade óssea  $< 0,20$ , onde se conseguiu explicar 75,4% da variação da idade óssea ( $R^2 = 0,754$ ), tendo, ainda, um  $R^2$  ajustado = 0,741, estabelecido a partir do tamanho da amostra das variáveis incluídas no modelo. O erro padrão da estimativa para o modelo foi igual a 1,243.

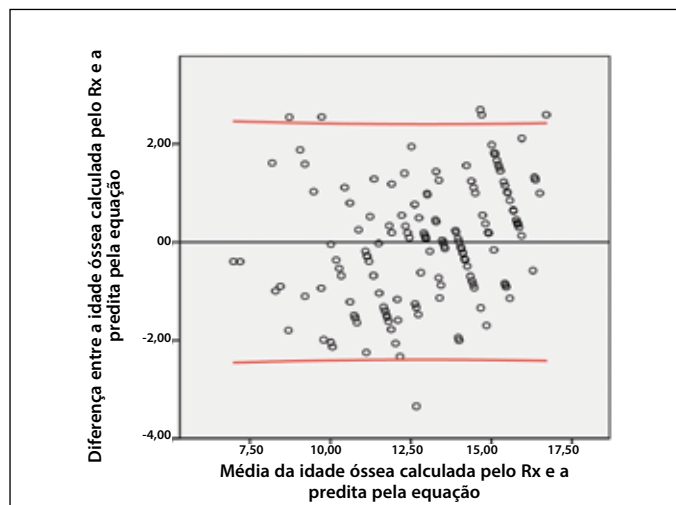
A figura 1 apresenta os resultados da idade óssea calculada pelo Raio-X de mão e punho, confrontados com os valores estimados pela



**Figura 1.** Regressão linear entre idade óssea e idade óssea predita.

equação de predição derivada das variáveis desenvolvidas no presente estudo, onde foram avaliadas pelos limites de concordância do gráfico de Bland e Altman.

A diferença entre a idade óssea nos dois métodos (Rx e equação proposta) foi demonstrada na figura 2, onde se observou que a idade óssea apresentou, apenas, 4,16% de pontos fora dos limites ( $\pm 2DP$ ).



**Figura 2.** Gráfico de Bland Altman.

### DISCUSSÃO

A tabela 1 demonstra a existência de correlação entre diferentes variáveis e a idade óssea corroborando estudos de Malina *et al.*<sup>8</sup> e Frainer *et al.*<sup>9</sup>, onde, a partir dos resultados naquela inseridos, poderão ser determinados os componentes que integrarão o modelo matemático proposto como objetivo geral deste estudo.

As mudanças sofridas pelo corpo, quando do seu crescimento, em relação às variáveis antropométricas, ficam latentes nas correlações indicadas no estudo, destacando-se especialmente as estruturas que envolvem diâmetros, comprimentos e massa, confirmando resultados encontrados na literatura que observam uma relação importante das mudanças morfológicas<sup>10,11</sup>.

A idade óssea tem sido concebida como um referencial na determinação da idade biológica e maturação, justificando-se, porquanto, a sua utilização, uma vez que o tecido ósseo diferencia-se, desenvolve-se e amadurece ao longo de linhas determinadas, podendo-se, a partir de um centro de ossificação primário, determinar com maior segurança o estado de desenvolvimento do indivíduo<sup>12</sup>. Na tabela 1, os resultados do presente estudo também mostram uma alta correlação entre a idade óssea e a idade cronológica, sendo a idade cronológica uma variável de comprovada influência em relação à idade óssea, corroborando os estudos de Malina *et al.*<sup>8</sup> e Frainer *et al.*<sup>9</sup>

Entretanto, no meio esportivo, a idade cronológica continua sendo usada como padrão de referência, uma vez que as categorias normalmente são regidas pela mesma, além de se saber que existe correlação entre ela e o estágio maturacional do indivíduo e, conseqüentemente, sobre o desempenho motor, como mostram os estudos correlacionais<sup>13</sup>. Tais estudos indicam uma forte tendência com resultados significativos ( $p < 0,01$ ) dos jovens de maior massa corporal e estatura, portanto, mais velhos e mais maduros apresentarem resultados superiores nos testes de desempenho motor. Sendo assim, devido à facilidade de utilização, muitas entidades esportivas, ao trabalharem com seleção e promoção de jovens atletas, continuam a fazer uso da idade cronológica como critério ou a sua associação com a estatura como pré-requisito<sup>14</sup>.

Tais afirmações podem ainda serem reforçadas com os estudos de Veiga<sup>15</sup>, que confirmam a alta correlação entre a idade óssea e a maturação analisando diferentes métodos, a partir da predição da idade relativa (RWT = 0,53, KR = 0,71 e TW3 = 0,98), e estudos de Linhares *et al.*<sup>1</sup> com a maturação sexual, que revelam um crescimento gradativo da idade óssea (9,4-11,4-12,3-13,7-14,5) de acordo com os estágios de desenvolvimento puberal (I – II – III – IV), respectivamente, apresentando diferença significativa entre os mesmos.

Dessa forma, confirmam-se os resultados encontrados na literatura, quando mostram que a idade cronológica e estatura não podem ser observadas de forma independente, ao se trabalhar com talentos esportivos<sup>16</sup>. Onde diferentes estudos no Brasil e nos Estados Unidos com atletas de voleibol associam a maturação tardia aos atletas de alto rendimento, sendo inclusive apresentadas correlações positivas que associam os atletas de maior estatura e alto rendimento esportivo a um processo de maturação atrasada, como revelam os estudos de Borjikian *et al.*<sup>17</sup>, que mostram que as atletas da seleção brasileira de voleibol adulta (alto rendimento) apresentaram uma idade de menarca significativamente tardia (13,0), se comparadas as da seleção brasileira infanto-juvenil (10,5) ou mesmo à atletas adultas de clubes no Brasil (11,1). Tal estudo cita ainda que as atletas com maior estatura também são as de maturação tardia, em consonância com os estudos de Castilho *et al.*<sup>18</sup> e de Malina *et al.*<sup>8</sup>

A literatura revela que, ao se observar tal variável, no processo de seleção de atletas, é importante que sejam incluídos critérios como a maturação, evitando equívocos no processo de desenvolvimento esportivo, uma vez que os atletas que desde cedo apresentam maior estatura podem ser indivíduos de maturação precoce e apresentarem um maior domínio da técnica<sup>16,17</sup>.

Seguindo a linha de raciocínio, Cabral *et al.*<sup>19,20</sup> reforçam apontando a grande importância da variável estatura para se alcançar o alto rendimento desportivo no voleibol, sendo, assim, uma variável de destaque dentro do processo de seleção de atletas para a modalidade, onde, segundo Cabral *et al.*<sup>19</sup>, a seleção infanto-juvenil masculina do Brasil apresenta média de estatura de 1,96 metros, enquanto no feminino apresenta uma média de 1,81 metros na mesma categoria. Tais resultados são observados nos últimos anos em todas as categorias do voleibol de alto rendimento, apresentando médias de estatura semelhantes às observadas nos estudos com a categoria adulta<sup>19</sup>.

Entretanto, ao se analisar uma variável como a estatura de forma isolada, pode-se constatar um sério risco de exclusão de atletas em potencial durante o processo de iniciação em esportes como o voleibol, mesmo sabendo que a literatura confirma a indispensável importância dessa variável para o alto rendimento nessa modalidade<sup>8,21</sup>.

Neste sentido, a maturação corresponde a um fator de grande influência sobre as diferentes variáveis normalmente observadas, ao se selecionar jovens atletas, sendo, muitas vezes, associada aos resultados nos altos níveis de qualificação esportiva, onde Malina *et al.*<sup>8</sup> citam que as crianças com maturação tardia tendem a ter maior estatura que as crianças adiantadas, e Borjikian *et al.*<sup>17</sup>, quando observam que as atletas de maior rendimento no voleibol apresentaram maturação tardia, ou mesmo Malina e Bouchard<sup>2</sup>, quando relacionam a maturação aos níveis de coordenação motora do indivíduo.

O desenvolvimento de métodos que permitam ajudar a prever características peculiares aos atletas deve possuir um forte cunho estatístico, buscando encontrar atributos fisiológicos que

diferenciem significativamente os indivíduos, dentro do processo de desenvolvimento. Dentro desse contexto, Veiga<sup>15</sup> cita que no âmbito da maturação podemos destacar algumas equações usadas para predição de estatura relativa e avaliação de estágio maturacional, como o método proposto por Roche, Wainer e Thissen (1975) – RWT, que permite prever a estatura sem o uso da idade óssea, o método proposto por Khamis e Roche (1994) – KR, que sugere fórmulas distintas das utilizadas pelo método RWT para a determinação da estatura madura, também sem utilização do recurso da idade óssea, e o método TW3, que utiliza os valores de idade óssea para prever a estatura final adulta dos sujeitos, sendo este último considerado o mais confiável entre os três. Os métodos RWT e KR utilizam a estatura, a massa corporal e a estatura média parental como variáveis de predição<sup>15</sup>.

A utilização desses métodos torna-se um passo importante à frente da subjetividade ainda presente no processo de seleção e promoção de talentos no esporte, permitindo a abordagem de relações entre as variáveis e a observação da importância das mesmas nos diferentes estágios de desenvolvimento<sup>22,23</sup>. No trabalho com a iniciação esportiva existe uma tendência a selecionar indivíduos que apresentem um desenvolvimento físico precoce em detrimento daqueles com desenvolvimento esperado ou tardio, por apresentarem vantagens competitivas e superioridade em padrões morfológicos. Tal fato pode ser considerado um erro em longo prazo, pois, não necessariamente os indivíduos precoces continuarão apresentando essa vantagem na idade adulta, entretanto, diante da competitividade, os clubes têm procurado resultados imediatistas, esquecendo a perpetuação de resultados<sup>14,24</sup>.

Apesar de a idade óssea ser considerada padrão ouro na literatura e ter alta confiabilidade, os modelos matemáticos que permitem identificar o desenvolvimento maturacional, como RWT, KR e TW3 através da estatura predita, têm sido considerados de grande relevância à área esportiva devido à sua simples utilização e aplicabilidade. Entretanto, estudos demonstram diferentes resultados entre tais métodos e verificam ainda que, ao observar a correlação entre os mesmos e a idade óssea, todos se relacionam de forma significativa, porém, o método TW3 é o que apresenta a mais alta correlação (0,98), sendo esse o único entre os métodos citados que utiliza a idade óssea entre as variáveis preditoras<sup>15</sup>. Porém, em termos práticos, nem sempre a idade óssea pode ser observada, uma vez que comumente é verificada através dos confiáveis métodos que utilizam radiografia de mão e punho. Dessa forma, o desenvolvimento de uma equação matemática que possa prever a idade óssea, sem utilização de radiografias, torna-se imprescindível à ciência do esporte.

Os resultados do presente estudo permitem uma análise a partir de diferentes variáveis, observando-se a correlação da idade óssea com essas variáveis, onde posteriormente foram destacadas as de melhor correlação e, a partir de uma análise de regressão linear múltipla com a modelagem *backward*, foram definidos os parâmetros para equação matemática preditora de idade óssea. A equação teve a idade óssea como variável dependente, e como variável independente a idade cronológica e estatura, dobra cutânea tricipital, perímetro corrigido de braço e diâmetros de úmero e fêmur.

Como consignado precedentemente, o modelo desenvolvido a partir dos resultados encontrados neste estudo (figura 1) explica 75,4% da variação da idade óssea, sem o uso de radiografia óssea, justificando, assim, a imprescindibilidade de elaboração

de métodos que tenham baixo custo, praticidade de aplicação e de fácil utilização. No tocante à variável maturação, há de se destacar que, apesar de apresentar o melhor resultado no teste de correlação, não poderia fazer parte da equação, tendo em vista que utiliza a própria idade óssea como componente para expressar seu resultado.

A literatura tem sido enfática ao afirmar que ignorar os fatores maturacionais e de influência das variáveis na iniciação esportiva pode-se configurar uma tendência a selecionar indivíduos que apresentem um desenvolvimento físico precoce em detrimento daqueles com desenvolvimento esperado ou tardio, facilitando assim os recorrentes equívocos cometidos na seleção e orientação dos jovens atletas<sup>25-27</sup>. Tais afirmativas são complementadas por Malina *et al.*<sup>25</sup>, quando citam que as variáveis antropométricas e físicas associadas à maturação tardia podem configurar grandes vantagens a um futuro talento no esporte.

## CONCLUSÃO

O presente estudo revela a correlação entre a idade óssea e as diferentes variáveis físicas e motoras, tornando evidente a importância daquela como indicadora de maturação e a necessidade de utilização de diferentes métodos como critérios de seleção e orientação esportiva. Tais medidas devem ser consideradas mediante testes práticos e de fácil aplicação, capazes de minimizar as possibilidades de erros, na formação e desenvolvimento de futuros atletas em diferentes estados maturacionais. Os resultados encontrados permitem, ainda, elaborar um modelo matemático preditor de idade óssea, que explica em 75,4% a variação dessa variável e pode ser utilizado através de métodos e componentes de simples aplicação, que dispensam o uso da radiografia.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo

---

## REFERÊNCIAS

1. Linhares RV, Matta MD, Lima JRP, Dantas PMS, Costa MB, Fernandes J. Effects of sexual maturation on body composition, dermatoglyphics, somatotype and basic physical qualities of adolescents. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2009;53:47-54.
2. Malina RM, Bouchard C. *Atividade Física do Atleta Jovem: do crescimento à maturação*. 1ª ed. São Paulo: Roca, 2002.
3. Kanpur NO, Derman O, Kinik E. Prevalence of obesity in adolescents and the impact of sexual maturation stage on body mass index in obese adolescents. *Int J Adolesc Med Health* 2006;14:61-5.
4. Perini TA, Oliveira LO, Ornellas JS, Oliveira FP. Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11:5-9.
5. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. *International standards for anthropometric assessment-ISAQ*. South Africa: Potchefstroom, 2006.
6. Marins JCB, Giannichi RS. *Avaliação e prescrição de atividade física: Guia prático*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
7. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod* 1976;69:611-9.
8. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. *Growth, maturation, and physical activity*, 2ª ed. Champaign: Human Kinetics, 2004.
9. Frainer DES, Oliveira FR, Pazin J. Influência da maturação sexual, idade cronológica e índices de crescimento no limiar de lactato e no desempenho da corrida de 20 minutos. *Rev Bras Med Esporte* 2006;12:139-44.
10. Cumming SP, Standage M, Gillison FB, Dompier TP, Malina RM. Biological maturity status, body size, and exercise behaviour in British youth: a pilot study. *J Sports Sci* 2009;27:677-86.
11. Malina RM, Reyes ME, Little BB. Socioeconomic variation in the growth status of urban school children 6-13 years in Oaxaca, Mexico, in 1972 and 2000. *Am J Hum Biol* 2009;21:805-16.
12. Lee SH, Modi HN, Song HR, Hazra S, Suh SW, Modi C. Deceleration in maturation of bone during adolescent age in achondroplasia – a retrospective study using RUS scoring system. *Skeletal Radiol* 2009;38:165-70.
13. Ré AHN, Bojikian LP, Teixeira CP, Massa M, Böhme MTS. Relações entre crescimento, desempenho motor, maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. *Rev Bras Educ Fis Esp* 2005;19:10-6.
14. Bohme MTS. O treinamento a longo prazo e o processo de detecção, seleção e promoção de talentos esportivos. *Rev Bras Ciênc Esporte* 2000;21:4-10.
15. Veiga VWM. *Maturação e performance de jovem andebolista [dissertação]*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2009.
16. Lee SH, Modi HN, Song HR, Hazra S, Suh SW, Modi C. Deceleration in maturation of bone during adolescent age in achondroplasia—a retrospective study using RUS scoring system. *Skeletal Radiol* 2009;38:165-70.
17. Bojikian JCM, Silva AVO, Pires LC, Lima DA, Bojikian LC. Talento esportivo no voleibol feminino do Brasil: maturação e iniciação esportiva. *Rev Mackenzie Ed Fis Esport* 2007;6:179-87.
18. Castilho SD, Saito MI, Barros Filho AA. Crescimento pós-menarca em uma coorte de meninas brasileiras. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2005;49:34-41.
19. Cabral BGA, Cabral SAT, Batista GR, Fernandes Filho J, Knackfuss MI. Somatotopia e antropometria na seleção brasileira de voleibol. *Rev Desp Saúde* 2008;4:22-6.
20. Cabral BGAT, Cabral SAT, Miranda HF, Dantas PMS, Reis VM. Efeito discriminante da morfologia e alcance de ataque no nível de desempenho em voleibolistas. *Ver Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2011;13:223-9.
21. Benetti G, Schneider P, Mayer F. Os benefícios do esporte e a importância da treinabilidade da força muscular de pré-púberes atletas de voleibol. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2005;7:87-93.
22. Beunen GP, Malina RM, Freitas DI, Maia JA, Claessens AL, Gouveia ER, et al. Cross-validation of the Beunen-Malina method to predict adult height. *Ann Hum Biol* 2007;37:593-7.
23. Cardoso HF. Age estimation of adolescent and young adult male and female skeletons II, epiphyseal union at the upper limb and scapular girdle in a modern Portuguese skeletal sample. *Am J Phys Anthropol* 2008;137:97-105.
24. Jones MA, Hitchen PJ, Stratton G. The importance of considering biological maturation when assessing physical fitness in girls and boys aged 10 to 16 years. *Annals of Hum Biol* 2005;27:57-65.
25. Malina RM, Dompier TP, Powell JW, Barron MJ, Moore MT. Validation of a noninvasive maturity estimate relative to skeletal age in youth football players. *Clin J Sport Med* 2007;17:362-8.
26. Little BB, Malina R M. Gene-environment interaction in skeletal maturity and body dimensions of urban Oaxaca Mestizo schoolchildren. *Ann Hum Biol* 2007;34:216-25.
27. Hirose N. Relationships among birth-month distribution, skeletal age and anthropometric characteristics in adolescent elite soccer players. *J Sports Sci* 2009;27:1159-66.