

Maturação biológica, prática desportiva e somatótipo de crianças e jovens madeirenses dos 10 aos 16 anos

DL Freitas¹, CA Silva², JA Maia³, GP Beunen⁴
JA Lefevre⁴, AL Claessens⁴, AT Marques³
AL Rodrigues², MA Thomis⁴

<https://doi.org/10.5628/rpcd.04.03.66>

¹ Departamento de Educação Física e Desporto
Universidade da Madeira, Portugal

² Centro Hospitalar do Funchal, Madeira, Portugal

³ Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física
Universidade do Porto, Portugal

⁴ Faculty of Kinesiology and Rehabilitation Sciences
Department of Sport and Movement Sciences, Katholieke
Universiteit Leuven, Bélgica

RESUMO

O objectivo principal deste estudo foi quantificar as possíveis alterações no somatótipo associadas à actividade física e à maturação biológica. A amostra integra 309 elementos (157 rapazes e 152 raparigas) com idades entre os 10 e os 16 anos que participaram no Estudo de Crescimento da Madeira. A actividade física foi examinada através do questionário de Baecke. A maturação esquelética foi avaliada pelo método de Tanner-Whitehouse Mark II. O somatótipo foi avaliado de acordo com a metodologia de Heath-Carter. A influência da actividade física e da maturação biológica no somatótipo foi quantificada por modelos auto-regressivos. A amostra madeirense apresenta um ligeiro avanço maturacional no intervalo etário 10-16 anos. Os valores médios de actividade física são constantes ao longo da idade mas ligeiramente inferiores a outros grupos aos 14-16 anos. Efeitos significativos da actividade física no somatótipo foram observados na coorte 2, no primeiro momento de avaliação ($\beta=-0.197$). A idade óssea exerce uma influência no físico na coorte 2, segundo e terceiro momentos de avaliação ($\beta=0.840$ e $\beta=0.633$, respectivamente) e na coorte 4, primeiro ($\beta=0.123$) e segundo ($\beta=0.123$) momentos. Concluímos que: (1) os rapazes e raparigas madeirenses revelam um avanço maturacional comparativamente a outros grupos no intervalo etário 10-16 anos; (2) os valores de actividade física da amostra madeirense são estáveis ao longo da idade; (3) as alterações nas componentes do somatótipo da amostra madeirense são reduzidas; (4) o efeito da actividade física e da maturação biológica na morfologia externa dos madeirenses é muito fraco.

Palavras-chave: somatótipo, actividade física, maturação biológica.

ABSTRACT

Biological maturation, sports practice and somatotype of children and youth aged 10 to 16 years of Madeira Islands

The aim of this study is to quantify the possible changes in somatotype associated with physical activity and biological maturation. The sample comprised 309 subjects (157 boys and 152 girls) aged 10 to 16 years that participated in Madeira Growth Study. Physical activity was assessed using the Baecke questionnaire. Biological maturity was evaluated with Tanner-Whitehouse Mark II method. Somatotype was rated according to Heath-Carter methodology. The effect of physical activity and biological maturity in somatotype was quantified by auto-regressive models. The Madeira sample presents a slightly advanced maturity in the 10 to 16 age interval. Mean physical activity scores are somewhat constant across this age range, but slightly lower than other groups from 14 to 16. Significant effects of physical activity in the somatotype were observed in cohort 2, at the first moment of evaluation ($\beta=-0.197$). Skeletal age bears an influence on physique for cohort 2, at the second and third moments of evaluation ($\beta=0.840$ e $\beta=0.633$, respectively) and for cohort 4, first ($\beta=0.123$) and second ($\beta=0.123$) moments. We conclude that: (1) Madeira boys and girls are biologically advanced compared to other groups in this age range; (2) physical activity values of Madeira sample are very stable across age; (3) there are few changes in somatotype components in the Madeira sample; (4) the effect of physical activity and biological maturity is very weak in the physique of Madeira children and youth.

Key Words: somatotype, physical activity, biological maturity.

INTRODUÇÃO

Uma forma extremamente apelativa em termos de descrição, classificação e interpretação dos aspectos da forma do corpo durante o crescimento somático é, sem dúvida, a que se encontra adstrita ao domínio das tipologias morfológicas externas do 'homo sapiens sapiens' - a somatotipologia. O seu uso tem sido frequente em pesquisa auxológica, sobretudo na sua ligação estreita às modificações induzidas na morfologia externa pelo crescimento das medidas lineares e do peso.

Ainda que o somatótipo seja uma entidade descritora da forma do corpo, a sua expressão encontra-se repartida por três componentes referentes à linearidade (ectomorfia), desenvolvimento músculo-esquelético relativamente à altura (mesomorfia) e grau de gordura-magreza (endomorfia). Os estudos que abordam as alterações nas componentes do somatótipo ao longo da idade circunscrevem-se quase que exclusivamente ao sexo masculino. Numa revisão de estudos longitudinais realizados nos Estados Unidos da América e em alguns países europeus, Malina et al. (18) referem que as componentes dos somatótipos médios dos rapazes mudam pouco ao longo da idade e que, a observar algum desenvolvimento, este se define apenas por um ligeiro aumento na mesomorfia por volta dos 13 anos. Nas raparigas, as componentes dos somatótipos médios revelam um ganho inicial na endomorfia e uma ligeira redução da ectomorfia com a idade. Na mesomorfia, não é observada uma tendência clara de alteração durante a adolescência.

A relação entre o somatótipo individual e a maturação biológica tem sido pesquisada numa variedade de estudos (ver por exemplo 3, 8, 33). A ectomorfia está relacionada de algum modo com o atraso maturacional nos rapazes e raparigas. As associações entre a maturação biológica e a endomorfia e mesomorfia não são muito consistentes entre estudos. A variação na morfologia externa associada à prática desportiva parece ser reduzida, sugerindo a inexistência de qualquer efeito no somatótipo (18). Em Portugal, não há informação disponível sobre a relação entre o somatótipo, maturação biológica e prática desportiva em crianças e adolescentes. A informação longitudinal, a estrutura metodológica e

os processos de análise estatística utilizados na presente pesquisa procuram abrir um espaço de inquietações no contexto das Ciências do Desporto. É pois objectivo central do nosso estudo quantificar as alterações na morfologia externa associadas à actividade física e à maturação biológica em crianças e adolescentes madeirenses dos 10 aos 16 anos. Os objectivos parcelares prendem-se com a determinação de eventuais desfasamentos entre a idade cronológica e biológica, bem como com a pesquisa, de forma descritiva, do comportamento dos valores médios dos níveis de prática desportiva e componentes do somatótipo ao longo da idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostra

A amostra inclui 309 sujeitos (157 rapazes e 152 raparigas) com idades compreendidas entre os 10 e os 16 anos que participaram no 'Estudo de Crescimento da Madeira'. O delineamento de pesquisa compreende cinco coortes medidos/avaliados ao longo de três anos consecutivos (para detalhes relativos ao procedimento de amostragem, distribuição dos elementos e delineamento de pesquisa, consultar Freitas et al. 10, 11).

Para a presente pesquisa considerámos apenas a 2^a, 3^a e 4^a coortes que correspondem aos indivíduos nascidos em 1986 (coorte 2; 10 anos), 1984 (coorte 3; 12 anos) e 1982 (coorte 4; 14 anos). Dado o número reduzido de elementos em cada escalão etário, optámos por não fraccionar a amostra por sexo. Deste modo garantimos uma maior precisão na estimação dos parâmetros dos modelos que mais adiante referiremos. O Quadro 1 apresenta as características da amostra de acordo com a coorte e sexo.

Quadro 1: Distribuição dos indivíduos por coorte e sexo.

Coorte	Sexo		Total
	Masculino	Feminino	
2 (10 anos)	49	51	100
3 (12 anos)	55	54	99
4 (14 anos)	53	57	110
Total	157	152	309

Avaliação da maturação biológica e fiabilidade dos observadores

A idade esquelética foi estimada segundo o método de Tanner-Whitehouse (TW2) (27). Foram tiradas radiografias à mão e ao punho esquerdo de cada criança em 1996, 1997 e 1998. Para este propósito foi construída uma máquina portátil de acordo com as recomendações fornecidas no atlas de Greulich e Pyle (13).

Os elementos da equipa de investigação foram instruídos por um perito (GB) na aprendizagem do método TW2 e subseqüentemente, a efectuar o estudo intra e inter-observador. Depois de um período de treino, 50 raios-x do 'Leuven Growth Study of Belgian Boys' (20) foram cotados duas vezes pelos membros da equipa da Madeira (Mad) dentro de um intervalo de 15 dias. As avaliações foram também comparadas com o avaliador critério, GB.

A percentagem média de acordos inter-observador (Mad/GB) foi de 81.3%. Houve uma variação nas cotações dos ossos individuais de 66% (falange média do 5º dedo) a 99% (escafóide). A percentagem total de acordos intra-observador (Mad/Mad) foi de 91.8% com um intervalo de 84% (1º metacarpo) a 100% (falange proximal do 1º dedo). Em caso de desacordo entre ambas as avaliações, a diferença foi somente de um estágio. Uma diferença de dois estágios foi apenas observada nas avaliações Mad versus GB para o primeiro, terceiro e quarto metacarpo (quatro casos) (ver também Freitas et al. 10, 11).

Actividade física e fiabilidade dos resultados

Os níveis de actividade física foram estimados com base no questionário de Baecke et al. (2) que foi administrado anualmente sob a forma de entrevista. Este questionário é composto por dezasseis questões repartidas em dois grupos: as primeiras oito estão relacionadas com a actividade física no trabalho, enquanto as restantes pretendem quantificar a actividade física que ocorre no desporto e nos tempos livres. O presente estudo utiliza apenas os resultados referentes aos níveis da actividade desportiva. A aplicação dos questionários num grupo de 19 elementos (11 rapazes e 8 raparigas com idades compreendidas entre os 11 e os 14 anos) permitiu aferir a fiabilidade dos resultados. Os questionários foram administrados duas vezes consecutivas pelos mesmos indivíduos e ao mesmo grupo no intervalo de

uma semana. O Quadro 2 apresenta os coeficientes de correlação de Spearman (ρ) para o índice desportivo. O coeficiente de correlação é moderado.

Quadro 2: Amostra (n), média (M), desvio padrão (dp) e coeficiente de correlação de Spearman (ρ) para o índice desportivo.

	n	Teste	Reteste	Rho de
Actividade		M \pm dp	M \pm dp	
Índice	19	2.79 \pm	2.86 \pm	0.667

Medidas somáticas e fiabilidade dos resultados

As medidas somáticas utilizadas na presente pesquisa incluem a altura, o peso, os diâmetros bicôndilo-femoral e bicôndilo-umeral, os perímetros braquial tenso e geminal e as pregas de adiposidade subcutânea geminal, subescapular, suprailíaca e tricípital. Os procedimentos de medida foram idênticos aos descritos no 'Leuven Growth Study - Growth and Fitness of Flemish Girls' (7). Todas as medições foram efectuadas do lado esquerdo do corpo com as raparigas em fato de banho ('bikini') e os rapazes em fato de banho ou 'boxers'. O Quadro 3 apresenta a fiabilidade dos resultados de avaliação nos três momentos de medição. Os valores de r estão compreendidos entre 0.867 e 0.999 o que demonstra a elevada precisão dos registos das medidas somáticas.

Quadro 3: Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre o teste e o reteste nos três momentos de avaliação.

Variáveis	n	Coeficiente de Correlação de		
		1996	1997	1998
Altura	100	0.999	0.999	0.999
Peso	100	0.999	0.999	0.999
Diâmetros				
Bicôndilo-	100	0.949	0.924	0.867
Bicôndilo-	100	0.963	0.972	0.967
Perímetros				
Braquial tenso	100	0.996	0.963	0.995
Geminal	100	0.995	0.996	0.998
Pregas de				
Geminal	100	0.991	0.990	0.988
Subescapular	100	0.954	0.974	0.977
Suprailíaca	100	0.982	0.979	0.982
Tricípital	100	0.976	0.984	0.985

Na avaliação da morfologia externa recorreremos ao método Heath-Carter (14). O cálculo da endomorfia, mesomorfia e ectomorfia foi efectuado com base nas equações propostas por Ross e Marfell-Jones (24).

Análise estatística

A descrição das variáveis foi efectuada através da média e do desvio padrão. O estudo da influência da maturação biológica e da actividade física no somatótipo, enquanto entidade tridimensional, foi efectuado com recurso à modelação de estruturas de covariância, mais concretamente a um tipo de modelos designados de ‘quasi-simplex’ (para mais detalhes ver Maia et al. 15, 16). A qualidade de cada modelo na estimação da estabilidade do somatótipo é aferida a partir de medidas de ajustamento global e local, bem como de informação proveniente da sua parcimónia. A medida de ajustamento global quanti-

fica o grau de ‘harmonia’ do modelo postulado à matriz de covariância dos dados amostrais e inclui a estatística qui-quadrado (χ^2). A comparação do modelo postulado relativamente a um modelo nulo é efectuada através do ‘comparative fit index’ (CFI). A parcimónia é mensurável através do ‘Tucker-Lewis index’ (TLI) e é interpretada como o número de parâmetros necessários para alcançar um nível satisfatório de ajustamento. Os ‘ β ’ representam os coeficientes de estabilidade, o R^2 o coeficiente de determinação e o ‘D’ o factor de perturbação. O modelo multivariado da influência da prática desportiva na estabilidade do somatótipo é apresentado na Figura 1 (designado de Modelo 1). Uma representação equivalente (mas não mostrada) foi elaborada para a influência da maturação biológica (designado de Modelo 2). Os cálculos foram efectuados nos programas SAS (25) e Mplus 2.13 (19).

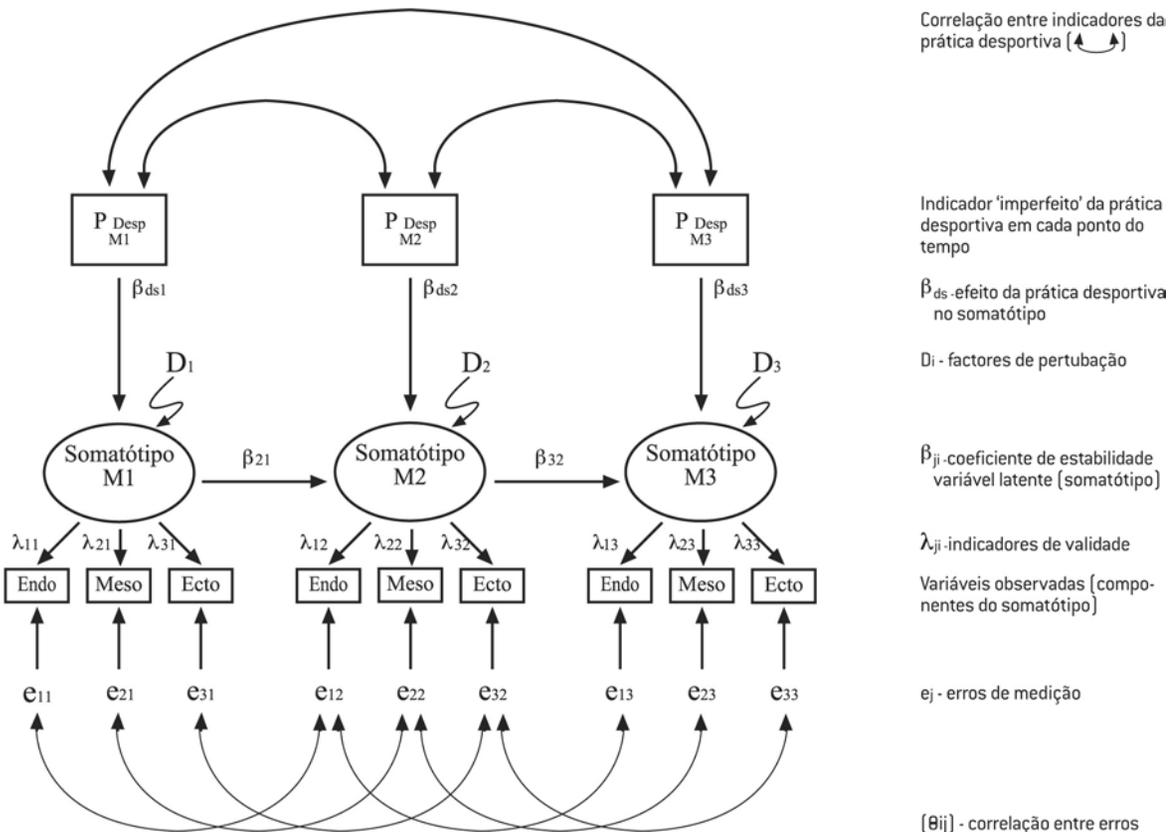


Figura 1: Modelo multivariado de estabilidade do somatótipo e influência da prática desportiva nos três momentos de avaliação.

RESULTADOS

Maturação biológica

O Quadro 4 apresenta os valores médios da idade óssea em cada momento de avaliação. As diferenças entre a idade óssea (IO) e a idade cronológica (IC) também foram calculadas.

Quadro 4: Valores médios para a idade óssea, idade cronológica e diferença entre a idade óssea e a idade cronológica da amostra madeirense em cada momento de avaliação.

Coorte	N	M1			M2			M3		
		IC	IO	Dif	IC	IO	Dif	IC	IO	Dif
2	100	9.76	10.03	0.27	10.74	10.37	-0.37	11.77	11.42	0.35
3	99	11.73	12.58	0.85	12.70	12.90	0.20	13.73	14.14	0.41
4	110	13.66	15.26	1.60	14.64	15.42	0.78	15.67	16.27	0.60

M1, 2 e 3: Momentos de avaliação; IC: Idade cronológica; IO: Idade óssea; Dif: Diferença entre a idade óssea e a idade cronológica.

Os dados revelam, na quase totalidade dos escalões etários, um avanço maturacional. Uma excepção é observada na segunda coorte (M2) em que os indivíduos apresentam um ligeiro atraso (Dif = -0.37). Diferenças superiores a 1 ano são observadas aos 14 anos (coorte 4; M1).

Numa primeira análise importa realçar que os valores do índice desportivo da amostra madeirense (intervalo compreendido entre 2.55 e 2.90) são medianos, uma vez que a escala varia de 1 (mínimo de actividade) a 5 (máximo de actividade).

Actividade física - prática desportiva

Os valores médios do índice desportivo são apresentados no Quadro 5.

Somatótipo

Os valores médios das três componentes do somatótipo da amostra madeirense nas coortes 2, 3 e 4 são apresentados no Quadro 6. Os desvios-padrão estão compreendidos entre 0.37 e 1.79. A representação gráfica dos resultados é efectuada na Figura 2.

Quadro 5: Valores médios (M) e desvios padrão (dp) do índice desportivo em função da idade.

Coorte	N	Actividade física		
		M1	M2 (M±)	M3 (M±)
2	100	2.55±0.6	2.78±0.4	2.67±0.4
3	99	2.68±0.5	2.90±0.4	2.78±0.4
4	110	2.86±0.6	2.87±0.4	2.75±0.5

M1, 2 e 3: Momentos de avaliação.

Quadro 6: Valores médios das componentes do somatótipo da amostra madeirense nas diferentes coortes e momentos de avaliação.

C	Componentes do somatótipo								
	M1			M2			M3		
	Endo	Meso	Ecto	Endo	Meso	Ecto	Endo	Meso	Ecto
2	2.91±1.5	3.94±0.9	3.31±1.3	3.16±1.8	3.81±1.0	3.29±1.4	3.21±1.8	3.77±1.2	3.51±1.5
3	3.44±1.6	3.86±0.9	3.17±1.3	3.72±1.7	3.63±1.0	3.07±0.3	3.71±1.7	3.73±1.1	3.18±1.3
4	3.72±1.7	3.60±1.0	3.18±1.3	3.87±1.7	3.42±1.0	3.14±1.3	3.79±1.7	3.66±1.1	2.95±1.3

C: Coorte; M1, 2 e 3: Momentos de avaliação. Endo: endomorfa; Meso: mesomorfa; Ecto: ectomorfa.

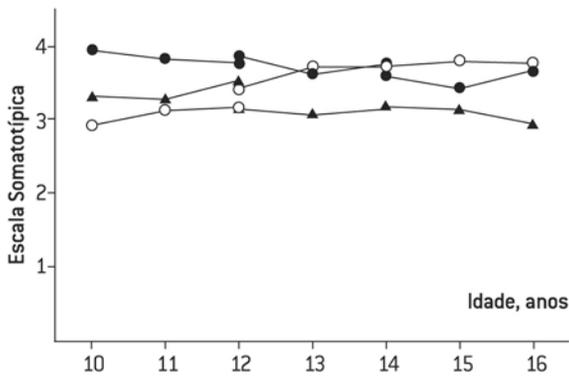


Figura 2: Representação gráfica dos valores médios das componentes do somatótipo ao longo da idade: endomorfia (—○—), mesomorfia (—●—) e ectomorfia (—▲—).

A média de idade da coorte 2 no primeiro, segundo e terceiro momentos de avaliação é de 9.76, 10.74 e 11.77 anos, respectivamente. Da análise do Quadro 6 é possível observar um ligeiro aumento na endomorfia e ectomorfia e um pequeno decréscimo na mesomorfia neste intervalo etário (10-12 anos). A média de idade da coorte 3 no primeiro, segundo e terceiro momentos de avaliação é de 11.73, 12.70 e 13.73 anos, enquanto na coorte 4 é de 13.66, 14.64 e 15.67, respectivamente. Percorrido o intervalo etário 12-16 anos, os nossos resultados revelam poucas alterações. De realçar, no entanto, um ligeiro aumento na endomorfia e um decréscimo na ectomorfia.

Varição no somatótipo associada à maturação biológica e à actividade física

Os principais resultados da nossa pesquisa são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7: Resultados de dois modelos auto-regressivos 'quasi-simplex' na quantificação da estabilidade do somatótipo na presença dos preditores actividade desportiva [modelo 1] e idade óssea [modelo 2].

Estatísticas	Modelo 1	Modelo 2
Coorte 2		
Coefficiente de estabilidade (β_{ji})		
M1 – M2	0.847	0.845
M2 – M3	0.975	0.981
Variância explicada / equação estrutural (R^2)		
M1	1.000	1.000
M2		
Instabilidade na variância (D_i)		
M2	0.111	0.113
M3*	0.000	0.000
Medidas de ajustamento global		
χ^2	122.916	145.926
gl	46	58
CFI	0.896	0.889
TLI	0.851	0.850
Coorte 3		
Coefficiente de estabilidade (β_{ji})		
M1 – M2	0.841	0.843
M2 – M3	0.954	0.958
Variância explicada / equação estrutural (R^2)		
M1	0.863	0.867
M2	0.887	0.890
Instabilidade na variância (D_i)		
M2	0.202	0.200
M3	0.204	0.202
Medidas de ajustamento global		
χ^2	253.608	259.706
gl	45	45
CFI	0.845	0.886
TLI	0.773	0.833
Coorte 4		
Coefficiente de estabilidade (β_{ji})		
M1 – M2	0.860	0.867
M2 – M3	0.952	0.953
Variância explicada / equação estrutural (R^2)		
M1	0.858	0.863
M2	0.897	0.896
Instabilidade na variância (D_i)		
M2	0.215	0.208
M3	0.180	0.181
Medidas de ajustamento global		
χ^2	275.918	284.694
gl	45	45
CFI	0.843	0.869
TLI	0.769	0.807

M1, 2 e 3: Momentos de avaliação; CFI 'Comparative Fit Index'; TLI Tucker-Lewis Index; * Por razões de convergência do algoritmo fixamos a variância residual do somatótipo em zero, dado que o valor era negativo e não significativo do ponto de vista estatístico.

Os modelos postulados para estimar a estabilidade do somatótipo revelam uma qualidade adequada de ajustamento global (CFI entre 0.843 e 0.896; TLI entre 0.769 e 0.851). É evidente, dos resultados do quadro anterior, a forte estabilidade do somatótipo, enquanto entidade tridimensional, no seio de cada coorte. Os valores de β são muito elevados (β_{21} entre 0.841 e 0.867; β_{32} entre 0.952 e 0.981) e a correspondente medida de instabilidade dos trajectos da mudança intraindividual e das diferenças interindividuais nos somatótipos é muito baixa (D_1 entre 0.111 e 0.215; D_2 entre 0.000 e 0.204).

Nos resultados do ajustamento do modelo 1, coorte 2, foi realçada a influência significativa da actividade física (prática desportiva) no somatótipo no primeiro momento de avaliação ($\beta=-0.197$), enquanto que no modelo 2 a idade óssea teve uma influência clara no segundo e terceiro momentos de avaliação ($\beta=0.840$ e $\beta=0.633$, respectivamente).

Para a coorte 3, nos modelos 1 e 2, não é visível qualquer influência significativa da actividade física e maturação biológica no somatótipo.

Finalmente, para a coorte 4 (modelo 1), a actividade física não parece exercer uma influência significativa no somatótipo. Pelo contrário, efeitos estatisticamente significativos da idade óssea sobre o somatótipo são observados no modelo 2 ($\beta_{M1}=0.123$; $\beta_{M2}=0.123$). A Figura 3 procede à sua representação gráfica simplificada.

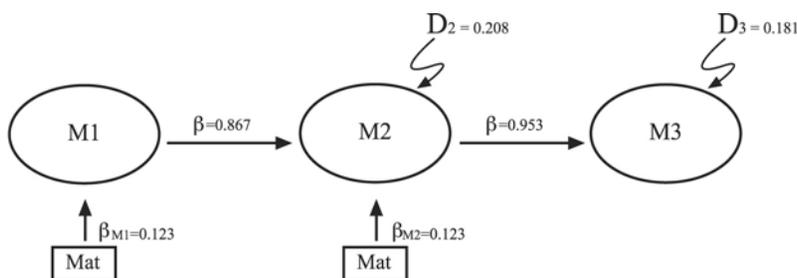


Figura 3: Representação gráfica simplificada do modelo 2 (coorte 4) e efeitos da idade óssea.

DISCUSSÃO

Os resultados da presente análise indicam um avanço maturacional das crianças e jovens madeirenses dos dois sexos no escalão etário 10-16 anos. Esta

característica biológica da nossa amostra já tinha sido constatada numa análise transversal dos dados. Freitas et al. (12) observaram que os valores percentilicos (P10, P50 e P90) dos rapazes madeirenses aos 12 anos são quase coincidentes com os dos belgas (4), momento a partir do qual o P10 se desloca em direcção ao P50 e o P50 em direcção ao P90 e alcançam os 'scores' adultos nesta posição. Um trajecto análogo é observado nas raparigas. Os valores medianos (P50) da amostra madeirense estão ligeiramente atrasados até aos 12 anos, momento a partir do qual as madeirenses evidenciam algum avanço sobre as belgas. Estas diferenças reflectem-se, também, na idade com que os vários ossos alcançam o estado adulto. Os rapazes madeirenses alcançam o estado adulto aos 16.1 anos, enquanto que os britânicos (27) e belgas (4) o fazem por volta dos 18.0 e 17.5, respectivamente. As raparigas madeirenses alcançam o estado adulto aos 15.0 anos e afastam-se ligeiramente das britânicas e belgas que o fazem apenas aos 16.0.

É de realçar, no entanto, o grande afastamento no ponto de sobreposição da coorte 3 com a coorte 4 (14 anos). No mesmo escalão etário, a diferença para a idade óssea é de 1.60 anos. Isto poderá significar a presença de indivíduos do sexo masculino na coorte 3 que estejam a iniciar o salto pubertário e outros, na coorte 4, em que tal evento maturacional já tenha ocorrido. O avanço da amostra madeirense poderá, também, ser parcialmente explicado pelos seus níveis de actividade física. De acordo com a literatura, os rapazes que escolhem a prática de uma modalidade desportiva estão geralmente avançados na sua maturação, enquanto que nas raparigas, o atraso parece estar associado à maior proficiência nas tarefas de performance motora (18, 30). Os valores médios de actividade física dos rapazes e raparigas madeirenses aos 12-13 anos são coincidentes com os seus colegas de Vila Real (6), enquanto aos 14-18 anos os madeirenses apresentavam níveis mais baixos. Características similares foram observadas na análise simultânea entre madeirenses e viseenses

(9). Salientamos, também, a reduzida alteração das médias ao longo da idade. Um quadro idêntico de resultados foi encontrado em trabalhos realizados no Canadá (5), Reino Unido (1) e Holanda (32). Mais recentemente, Vasconcelos e Maia (31) observaram valores estáveis das médias de adolescentes dos dois sexos (13-17 anos) numa amostra de 6000 sujeitos portugueses.

Ao nível do tipo físico é difícil interpretar os nossos resultados dada a escassez de estudos longitudinais com crianças e adolescentes e ao uso de diferentes procedimentos de avaliação. Malina et al. (18), a partir do estudo efectuado por Tanner e Whitehouse (26) em crianças e adolescentes britânicos dos 3 aos 17 anos, referem alterações nos valores médios das componentes do somatótipo na infância e na adolescência. Aos 3-8 anos as mudanças nas médias reflectem, provavelmente, alterações na morfologia e crescimento dimensional dos sujeitos, nomeadamente a redistribuição de gordura subcutânea, o desenvolvimento do tecido adiposo e o aumento em tamanho dos membros inferiores relativamente à altura. Na adolescência, as mudanças nas componentes do somatótipo revelam alterações na relação entre os ombros e as ancas, a acumulação de gordura nas raparigas e o desenvolvimento da massa muscular nos rapazes. Malina et al. (18) reforçam, também, a ideia de que embora ocorram mudanças nas componentes do somatótipo durante o crescimento somático, não são geralmente 'dramáticas' na maioria das crianças. Tudo sugere que o tipo físico individual do jovem adulto é razoavelmente reconhecido na infância, salientando, talvez, uma forte dependência à hereditariedade.

Algumas destas observações são coincidentes com os nossos resultados, sobretudo nas coortes 3 e 4. Zuk (33) e Parizkova e Carter (23) referem características similares nos valores de ectomorfia em rapazes norte-americanos e checoslovacos. Os resultados da endomorfia foram mais variados, aumentando na amostra checa e permanecendo estáveis na amostra americana.

Em traços gerais, quando consideramos o intervalo etário 10-16 anos é de realçar o aumento nos valores médios da endomorfia, resultados estáveis para a mesomorfia e um decréscimo na ectomorfia, esta última apenas a partir dos 12 anos. O aumento em

endomorfia pode estar relacionado com o maior ganho em massa gorda (MG) nas raparigas, uma vez que nos rapazes a MG alcança um 'plateau' ou sofre pequenas alterações no salto pubertário. Os valores 'invariáveis' de mesomorfia são paralelos aos estudos revistos até aos 14 anos. A partir desta idade deveria ser observado um ligeiro aumento nesta componente, dado que o ganho em massa isenta de gordura (MIG) nos rapazes é cerca de 1.5 maior do que nas raparigas. Malina et al. (18), em forma de generalização, referem que as diferenças entre sexos se centram, primariamente, na endomorfia e mesomorfia. As raparigas são mais endomorfas do que os rapazes e os rapazes são mais mesomorfos, ligeiramente mais ectomorfos e menos endomorfos do que as raparigas.

Um outro aspecto de realce nos resultados do presente estudo reside no afastamento somatotípico observado no ponto de sobreposição da coorte 2 com a coorte 3. O 'engate' das três componentes aos 12 anos deveria ser mais suave, o que significava alguma homogeneidade nas características físicas da nossa amostra, sobretudo nos pontos de sobreposição das coortes. Isto poderá ser interpretado pela presença de indivíduos, sobretudo do sexo feminino, em diferentes estádios maturacionais. Como sabemos, o salto pubertário ocorre por volta dos 11-12 anos no sexo feminino e o efeito de dispersão ou diferença de fases é uma característica no seio de um grupo ou população (28, 29). Talvez possa ser sugerido, também, algum efeito da especificidade da própria coorte. Contudo, não vislumbramos qualquer diferenciação no estatuto sócio-económico e níveis de prática desportiva das diferentes coortes nas idades de sobreposição.

Os resultados da presente pesquisa sugerem uma influência muito fraca da maturação biológica e actividade física no somatótipo. É difícil comparar os resultados deste estudo com publicações prévias, devido ao uso distinto de procedimentos metodológicos e analíticos. A discrepância é evidente nas dimensões amostrais, períodos de avaliação, intervalos etários e resultados da fiabilidade. De igual modo, os estudos revistos utilizam exclusivamente as autocorrelações de Pearson ou de Spearman para lidar com o 'tracking' das componentes individuais do somatótipo.

Os modelos auto-regressivos com variáveis latentes utilizados neste estudo não apenas exploram o grau de dependência do somatótipo na idade $i+1$, a partir do somatótipo na idade i , mas também analisam o valor da instabilidade do somatótipo resultante do impacto da actividade física e da maturação biológica. Segundo Maia et al. (16) as vantagens são por demais evidentes: (1) fornecem coeficientes estruturais e os seus erros padrão, (2) apresentam valores de variância explicada em cada equação estrutural, (3) proporcionam erros aleatórios ou instabilidade do somatótipo em cada ponto no tempo, (4) expressam estimativas de variância do somatótipo e (5) fornecem auto-correlações ao longo do tempo para o somatótipo como um todo, representando verdadeiros valores de 'tracking'.

A influência da actividade física, entendida com a prática desportiva regular e sistemática, teve apenas um efeito significativo na morfologia externa dos rapazes e raparigas madeirenses no coorte 2 - primeiro momento de avaliação. A ausência de qualquer tipo de efeito poderá ser justificada pelos valores médios altamente estáveis nos três anos de avaliação. Os únicos estudos que contemplam esta relação foram desenvolvidos na Checoslováquia.

Parizkova (21, 22) concluiu, a partir do acompanhamento de rapazes dos 11 aos 18 anos, que o treino teve pouca influência nas diferentes componentes do somatótipo. Não encontramos justificação na literatura para tais resultados aos 10 anos da amostra madeirense. No entanto, para os restantes momentos de avaliação e coortes, os resultados são paralelos aos estudos revistos. A inexistência de um 'gold standard' na avaliação da actividade física e a diversidade de programas de treino (tipo, intensidade e duração) poderão, também, estar na base desta diferença esporádica e/ou ausência de relação.

A variação no somatótipo associada à maturação biológica aponta para alterações na morfologia externa na coorte 2 (2º e 3º momentos de avaliação) e na coorte 4 (1º e 2º momento). As idades subjacentes a cada um destes momentos são os 11-12 anos e os 14-15 anos, respectivamente. Malina e Beunen (17), num extenso trabalho de revisão, referem que a estimativa da idade do PVA em jovens europeus e norte-americanos está compreendida entre os 11.4 e 12.2 anos nas raparigas e os 13.4 e 14.4 anos nos rapazes.

Isto significa que o salto pubertário poderá justificar tais alterações morfológicas. A revisão da literatura não nos ajuda a interpretar os resultados. As pesquisas efectuadas por Clarke (8) em rapazes norte-americanos contemplam apenas abordagens individuais das componentes do somatótipo e a sua relação com a idade esquelética. Por outras palavras, o atraso maturacional parece estar associado a baixos valores de ectomorfia e o avanço maturacional à mesomorfia, este último apenas nos rapazes.

Em suma, as crianças e jovens madeirenses revelam um avanço maturacional no escalão etário 10-16 anos; a variação nos valores médios de actividade física e componentes do somatótipo ao longo da idade é muito reduzida; a influência da actividade física e da maturação biológica na morfologia externa da amostra madeirense é fraca. Efeitos significativos da actividade física no somatótipo são observados apenas aos 10 anos, enquanto a influência da maturação biológica parece exercer algum impacto aos 11, 12, 14 e 15 anos.

Agradecimentos

O 'Estudo de Crescimento da Madeira' foi co-financiado pelo Programa Operacional Pluri-Fundos da Região Autónoma da Madeira II, Vertente Fundo Social Europeu, através do Centro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CITMA) e do Centro de Formação Profissional.

CORRESPONDÊNCIA

Duarte Luís de Freitas

Universidade da Madeira

Campus Universitário da Penteadá

Departamento de Educação Física e Desporto

9000-390 Funchal, Portugal

dfreitas@uma.pt

REFERÊNCIAS

1. Armstrong N, Balding J, Gentle P, Kirby B (1990). Patterns of physical activity among 11 to 16 year old British children. *British Medical Journal* 30:203-205.
2. Baecke J, Burema J, Frijters J (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *The American Journal of Clinical Nutrition* 36: 936-942.
3. Beunen G, Claessens A, Lefevre J, Ostyn M, Renson R, Simons J (1987). Somatotype as related to age at peak velocity and to peak velocity in height, weight and static strength in boys. *Human Biology* 59:4:641-655.
4. Beunen G, Lefevre J, Ostyn M, Renson R, Simons J, Van Gerven D (1990). Skeletal maturity in Belgian youths assessed by the Tanner-Whitehouse method (TW2). *Annals of Human Biology* 17:5:355-376.
5. Canada Fitness Survey (1983). *Canadian youth and physical activity*. Ottawa, ON: Government of Canada, Fitness & Amateur Sport.
6. Cardoso M (2000). Aptidão física e actividade física da população escolar do Distrito de Vila Real. Estudo em crianças e jovens de ambos os sexos dos 10 aos 18 anos de idade. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.
7. Claessens A, Vanden Eynde B, Benson R, Van Gerven D (1990). The description of tests and measurements. In: J. Simons, G. Beunen, R. Renson, A. Claessens, B. Vanreusel, J. Lefevre (Eds). *Growth and Fitness of Flemish Girls - The Leuven Growth Study*. Vol. 3. HKP Sport Science Monograph Series. Champaign: Human Kinetics Books, 21-39.
8. Clarke H (1971). *Physical and motor tests in the Medford Boys' Growth Study*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
9. Ferreira J, Marques A, Maia J (2002). *Aptidão física, actividade física e saúde da população escolar do centro da área educativa de Viseu. Um estudo em crianças e jovens de ambos os sexos dos 10 aos 18 anos de idade*. Viseu: Instituto Superior Politécnico de Viseu.
10. Freitas D, Maia J, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Marques A, Rodrigues A, Silva C, Crespo M (2002). *Crescimento somático, maturação biológica, aptidão física, actividade física e estatuto sócio-económico de crianças e adolescentes madeirenses - o Estudo de Crescimento da Madeira*. Funchal: Universidade da Madeira.
11. Freitas D, Maia J, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Marques A, Rodrigues A, Silva C, Crespo M, Thomis M, Philippaerts R (2003). Maturação esquelética e aptidão física em crianças e adolescentes madeirenses. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 3(1):61-75.
12. Freitas D, Maia J, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Marques A, Rodrigues A, Silva C, Crespo T, Thomis M, Sousa A, Malina R (2004). Skeletal maturity and socio-economic status in Portuguese children and youths: the Madeira Growth Study. *Annals of Human Biology* 31(4):408-420.
13. Greulich W, Pyle S (1959). *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist*. Stanford: University Press.
14. Heath B, Carter L (1967). A modified somatotype method. *American Journal of Physical Anthropology* 27:57-74.
15. Maia J, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Renson R, Vanreusel B (2003). Modeling stability and change in strength development: a study in adolescent boys. *American Journal of Human Biology* 4:579-591.
16. Maia J, Lefevre J, Claessens A, Renson R, Vanreusel B, Beunen G (2001). Tracking of physical fitness during adolescence: a panel study in boys. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 33(5):765-771.
17. Malina R, Beunen G (1996). Monitoring of growth and maturation. In: O. Bar-Or (Ed.) *The Child and Adolescent Athlete*. Volume VI of the Encyclopaedia of Sports Medicine an IOC Medical Commission Publication – In collaboration with the International Federation of Sports Medicine. Blackwell Science, 647-672.
18. Malina R, Bouchard C, Bar-Or, O (2004). *Growth, maturation and physical activity*. Second Edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
19. Muthén L, Muthén B (2001). *Statistical analysis with latent variables*. User's Guide. Los Angeles, CA: Muthén e Muthén.
20. Ostyn M, Simons J, Beunen G, Renson R, Van Gerven D (1980). *Somatic and Motor Development of Belgian Secondary Schoolboys: Norms and Standards*. Leuven: Leuven University Press.
21. Parizkova J (1974). Particularities of lean body mass and fat development in growing boys as related to their motor activity. *Acta Paediatrica Belgica* 28:233-243.
22. Parizkova J (1977). *Body fat and physical fitness*. The Hague: Martinus Nijhoff.
23. Parizkova J, Carter J (1976). Influence of physical activity on stability of somatotypes in boys. *American Journal of Physical Anthropology* 44: 327-340.
24. Ross W, Marfell-Jones M (1983). Kinanthropometry. In: J. Macdougall, H. Wenger, H. Green (Eds). *Physiological testing of the elite athlete*. New York: Movement Publications, Inc., 75-115.
25. SAS Institute (1982). *SAS User's Guide: Statistics*. Cary, NC: Author.
26. Tanner J, Whitehouse R (1982). *Atlas of children's growth: normal variation and growth disorders*. New York: Academic Press.
27. Tanner J, Whitehouse R, Cameron N, Marshall W, Healy M, Goldstein H (1983). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method)*. Oxford: Academic Press.
28. Tanner J, Whitehouse R, Takaishi M (1966a). Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965, Part I. *Archives of Disease in Childhood* 41:454-471.
29. Tanner J, Whitehouse R, Takaishi M (1966b). Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965, Part II. *Archives of Disease in Childhood* 41:613-635.
30. Ulbrich J (1971). Individual variants of physical fitness in boys from the age of 11 up to maturity and their selection for sports activities. *Medicina dello Sport* 24:118-136.
31. Vasconcelos M, Maia J (2001). Actividade física de crianças e jovens - haverá um declínio? Estudo transversal em indivíduos dos dois sexos dos 10 aos 19 anos de idade. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 1(3):44-52.
32. Verschuur R, Kemper H (1985). Habitual physical activity in Dutch teenagers measured by heart rate. In: *Children and Exercise XI*. International Series on Sport Sciences, Volume 15. Champaign, IL: Human Kinetics, 194-202.
33. Zuk G (1958). The plasticity of the physique from early adolescence through adulthood. *Journal of Genetic Psychology* 92: 205-214.