

**Artigo original**

José António Ribeiro Maia<sup>1</sup>  
Celso António Rosa de Almeida e Silva<sup>2</sup>  
Duarte Luís de Freitas<sup>3</sup>  
Gaston Beunen<sup>4</sup>  
Johan Lefevre<sup>5</sup>  
Albrecht Claessens<sup>6</sup>  
António Marques<sup>7</sup>  
Martine Thomis<sup>8</sup>

## **MODELAÇÃO DA ESTABILIDADE DO SOMATÓTIPO EM CRIANÇAS E JOVENS DOS 10 AOS 16 ANOS DE IDADE DO ESTUDO DE CRESCIMENTO DA MADEIRA (PORTUGAL)**

### **MODELING STABILITY IN THE SOMATOTYPE OF CHILDREN AND YOUNGSTERS FROM 10 TO 16 YEARS OF THE MADEIRA GROWTH STUDY (PORTUGAL)**

#### **RESUMO**

Este estudo pretende investigar a estabilidade do somatótipo, enquanto entidade tridimensional, de crianças e jovens Madeirenses (Portugal). Com base numa amostra estratificada proporcional, e a partir de um delineamento longitudinal-misto, foi obtida informação de 309 sujeitos dos dois sexos (157 rapazes e 152 moças) que participaram no 'Estudo de Crescimento da Madeira'. O somatótipo foi estimado com base no procedimento de Heath-Carter, e a análise estatística recorreu à modelação quasi-simplex para solucionar a estrutura multivariada dos dados. Os cálculos foram efectuados no software Mplus. Na sua essência, os resultados do ajustamento dos diferentes modelos à estrutura do somatótipo sugerem a sua forte estabilidade no intervalo etário dos 10 aos 16 anos. Esta característica salienta a sua reduzida alteração, e consequente previsibilidade desenvolvimentalista.

**Palavras-chave:** somatótipo, estabilidade, modelação, crianças e jovens, Madeira.

#### **ABSTRACT**

This investigation aims at the study of somatotype's (tri-dimensional structure) stability in children and youngsters from Madeira (Portugal). Based on a stratified and proportional sample and from a mixed-longitudinal study, we obtained information from 309 subjects (157 boys, 152 girls) that participated in 'Madeira Growth Study'. Somatotype was estimated with the Heath-Carter method, and statistical analysis was based on quasi-simplex models to optimize the multivariate data structure. Mplus was used in all calculations. Results from fitting models to the multidimensional nature of the data have shown that somatotype is strongly stable over the age range of 10 to 16 years. This characteristic highlights its reduced capability to change, and thus inform us about its prediction.

**Key words:** somatotype, stability, modeling, children and youngsters, Madeira.

<sup>1 e 7</sup> Profs Doutores. Laboratório de Cineantropometria e Estatística Aplicada / Gabinete do Treino Desportivo. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física. Universidade do Porto. Porto. Portugal.

<sup>2</sup> Mestre em Medicina Desportiva. Centro Hospitalar do Funchal. Madeira. Portugal.

<sup>3</sup> Prof. Doutor. Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento. Departamento de Educação Física e Desporto. Universidade da Madeira. Madeira. Portugal.

<sup>4, 5, 6 e 8</sup> Profs Doutores. Department of Sport and Movement Sciences. Faculty of Physical Education and Physiotherapy. Katholieke Universiteit Leuven. Leuven. Belgium.

## INTRODUÇÃO

A descrição e interpretação da variabilidade humana é um dos núcleos centrais de investigação em muitas áreas da Antropologia, da Medicina e das Ciências do Desporto. A variabilidade é um facto inequívoco no tamanho e forma do corpo do *homo sapiens sapiens*.

Um modo adequado de descrever, classificar e interpretar aspectos relacionados com as alterações na forma do corpo é, sem dúvida, o olhar somatotipológico. Sheldon et al., em 1940, sugeriram o estudo e análise do tipo físico do *homo sapiens sapiens* através da identificação e pontuação de três componentes inseparáveis derivadas dos folhetos embrionários a que designou de endomorfia, mesomorfia e ectomorfia, bem como a sua visualização numa perspectiva tridimensional, ainda que de difícil representação num plano, como acontece com as cartas do somatótipo (i.e. um triângulo de lados curvos). Mais recentemente, Heath e Carter<sup>9</sup> procederam a várias alterações da proposta inicial de Sheldon et al.<sup>19</sup> introduzindo a quantificação numa escala aberta à direita das três componentes com base num conjunto bem definido de medidas somáticas.

A introdução do conceito de somatótipo e das suas potencialidades interpretativas da plasticidade do corpo humano, conduziram diferentes investigadores à pesquisa das mudanças que ocorrem nas três componentes ao longo da infância e da adolescência<sup>4,23,5</sup>. A literatura sugere que as componentes médias mudam pouco ao longo deste período, ainda que a análise, de natureza essencialmente univariada, centrada em cada componente viole o conceito fundamental de somatótipo (i.e., uma entidade tridimensional representada por um vector e não por um escalar). Malina e Bouchard<sup>14</sup>, com base numa revisão de estudos longitudinais realizados nos Estados Unidos da América e no Continente Europeu, observaram um ligeiro aumento na mesomorfia aos 13 anos de idade. A informação disponível sugere que ao longo da idade, as meninas ganham primariamente em endomorfia e reduzem os valores na ectomorfia. As mudanças na mesomorfia não são claras nos resultados médios obtidos quer nas diferentes componentes, quer no índice de

distância migratória. Já entre os 17 e os 33 anos de idade, a endomorfia e mesomorfia aumentam e a ectomorfia decresce.

A noção de diferenças interindividuais encontra-se intimamente associada à de estabilidade quando lidamos com informação longitudinal. Neste domínio podem ser colocadas duas questões fundamentais: (1) o somatótipo individual (i.e., um 'somatoplot' representado na somatocarta mantém-se inalterável ao longo do tempo, ou registam-se mudanças nos seus valores? e (2) será que o somatótipo observado na infância é preditivo do somatótipo na idade de jovem adulto? Embora a informação acerca da relação entre o somatótipo na infância e na idade de jovem adulto seja limitada, as auto-correlações entre estes dois períodos etários são moderadas ( $0.40 \leq r \leq 0.60$ )<sup>14</sup>. Ou seja, algumas características da morfologia externa tendem a manter-se ao longo da idade, e características observadas na infância serão também observadas na idade de jovem adulto, sugerindo, talvez, uma dependência das diferenças interindividuais aos factores genéticos<sup>2</sup>.

Algumas das limitações no estudo da estabilidade do somatótipo individual e das diferenças entre sujeitos ao longo da idade centram-se nas diferentes estratégias analíticas e metodológicas utilizadas na sua quantificação. A estabilidade do somatótipo foi inicialmente abordada com base em procedimentos de auto-correlação, isto é, a correlação entre cada uma das componentes de um somatótipo individual e a sua avaliação numa idade posterior. É conhecido, ainda que nem sempre respeitado, que tal procedimento viola o conceito de 'Gestalt' proposto por Sheldon et al.<sup>19</sup> e não controla para variação de outras componentes. Daqui que seja lícito pensar que os resultados das pesquisas anteriores não traduzem a essencialidade da estabilidade do somatótipo mas sim de cada uma das suas componentes tomadas isoladamente.

O presente estudo insere-se num vasto projecto de pesquisa designado de 'Estudo de Crescimento da Madeira' que aborda, para além do somatótipo, o crescimento somático, a composição corporal, a maturação biológica, a actividade física, a aptidão física e o estatuto sócio-económico. O desconhecimento da

estabilidade do somatótipo em crianças e jovens portugueses ao longo da infância e adolescência conduziu-nos à realização desta pesquisa em crianças e jovens dos 10 aos 16 anos de idade, onde será contrastada uma perspectiva univariada *versus* multivariada no estudo da estabilidade do somatótipo.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### Amostra

A amostra integra 309 elementos (157 meninos e 152 meninas) com idades compreendidas entre os 10 e os 16 anos que participaram no 'Estudo de Crescimento da Madeira'<sup>8</sup>. Para efeitos de selecção dos sujeitos, procedemos a uma amostragem estratificada proporcional nos 11 Concelhos da Região Autónoma da Madeira. A localização geográfica, ano de escolaridade e características do edifício campo de jogos ou espaço lúdico desportivo foram considerados como indicadores de estratificação. No total são incluídas 36 escolas do 1º, 2º e 3º Ciclos do Ensino Básico e Secundário das ilhas da Madeira e do Porto Santo.

O delineamento de pesquisa compreende cinco coortes medidos/avaliados ao longo de três anos com quatro períodos de sobreposição (modelo longitudinal-misto)<sup>b</sup>. Para a presente pesquisa consideramos apenas a 2ª, 3ª e 4ª coortes que correspondem aos indivíduos nascidos em 1986 (coorte 2; 10 anos), 1984 (coorte 3; 12 anos) e 1982 (coorte 4; 14 anos). No primeiro ano (1996) foram avaliados os indivíduos com 10, 12 e 14 anos; no segundo ano (1997), os mesmos alunos aos 11, 13 e 14 anos; e, no terceiro ano (1998), estes alunos aos 12, 14 e 16 anos. A presente análise considera as coorte isolados e, como tal, sem sobreposição aos 12 e 14 anos.

Dado o número reduzido de elementos em cada escalão etário, optamos por não fraccionar a amostra por sexo e, deste modo, garantir uma maior precisão na estimação dos parâmetros do modelo que mais adiante apresentaremos. A Tabela 1 refere as características da amostra de acordo com a

coorte e sexo.

Tabela 1- Distribuição dos indivíduos por coorte e

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

### Somatótipo

Os indicadores somáticos necessários para o cálculo das três componentes do somatótipo incluíram 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 tricipital. Os procedimentos de medição foram idênticos aos descritos no 'Leuven Growth Study Growth and Fitness of Flemish Girls'<sup>6</sup>. Todas as medições foram efectuadas do lado esquerdo do corpo com as meninas e meninos em fato de banho ('bikini'). Foi usado o método Heath-Carter<sup>9</sup> para estimar o somatótipo dos sujeitos. O cálculo das três componentes foi efectuado com base nas equações apresentadas em Ross e Marfell Jones<sup>18</sup>, abaixo descritas.

#### 1ª componente (endomorfia)

$$\text{Endomorfia} = -0.7182 + 0.1451 (X) + 0.00068 (X^2) + 0.0000014 (X^3)$$

onde X = soma das pregas de adiposidade subescapular, tricipital e suprailíaca.

Para a endomorfia corrigida pela estatura, o valor de 'x' é multiplicado pelo quociente 170.18/altura em cm.

#### 2ª componente (mesomorfia)

$$\text{Mesomorfia} = [(0.858 \times H) + (0.601 \times F) + (0.188 \times B) + 0.161 \times G] \div (0.131 \times A) + 4.50$$

onde: H = Diâmetro bicôndilo-umeral (cm), F = Diâmetro bicôndilo-femoral (cm), B = Perímetro braquial tenso corrigido (cm), G = Perímetro geminal corrigido (cm), A = Altura do sujeito.

Para o cálculo do perímetro braquial

<sup>b</sup> Para detalhes relativos ao procedimento de amostragem, distribuição dos elementos e delineamento de pesquisa consultar Freitas et al., (2002).

tenso corrigido é necessário subtrair o valor da prega de adiposidade tricípital (perímetro braquial tenso corrigido = B - prega de adiposidade tricípital). Para o cálculo do perímetro geminal corrigido é necessário subtrair o valor da prega de adiposidade geminal (perímetro geminal corrigido = G - prega de adiposidade geminal). Em ambos, é necessário reduzir o valor das pregas de adiposidade tricípital e geminal de milímetros para centímetros.

3ª componente (ectomorfia)

O cálculo desta componente pode ser efectuado a partir de três equações diferentes de acordo com o valor obtido para o índice ponderal recíproco (IPR):

$$IPR = \text{Altura} \times \sqrt[3]{\text{Peso}}$$

Se  $IPR \geq 40.75$  então ectomorfismo =  $0.732 \times IPR - 28.56$

Se  $38.25 < IPR < 40.75$  então ectomorfismo =  $0.463 \times IPR - 17.63$

Se  $IPR \leq 38.25$  então ectomorfismo = 0.1

A análise exploratória dos dados foi realizada de acordo com os procedimentos habituais para identificar 'outliers' e inspeccionar a normalidade das distribuições. A descrição das variáveis foi efectuada através da média e do desvio padrão. A fiabilidade teste-reteste foi calculada através dos coeficientes de correlação de Pearson (indicadores somáticos). O estudo da estabilidade do somatótipo, enquanto entidade tridimensional, foi efectuado

com recurso à modelação de estruturas de covariância<sup>13</sup>, mais concretamente a um tipo de modelos designados de 'quasi-simplex'. A variável latente, ou não observada directamente no nosso estudo, é o somatótipo. É inferida a partir das suas componentes fundamentais que são a endomorfia, a mesomorfia e a ectomorfia, que por sua vez são marcadas por 10 medidas somáticas que são obtidas com um certo erro de medição. A análise e determinação do ajustamento dos dados será efectuada a partir de três modelos auto-regressivos, uma para cada coorte. A qualidade de cada modelo na estimação da estabilidade do somatótipo é aferida a partir de medidas de ajustamento global, da comparação de modelos e de parcimónia. As medidas de ajustamento global quantificam o grau de "harmonia" do modelo postulado à matriz de covariância dos dados da amostra e inclui o qui-quadrado ( $\chi^2$ ). A comparação do modelo postulado com 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 específico de ajustamento. Os ' $\beta$ ' são os coeficientes de estabilidade, o  $R^2$  o coeficiente de determinação, o ' $r$ ' os coeficientes de auto-correlação (coeficientes de tracking) não "contaminados" por erros de medição, e o ' $D$ ' o factor de perturbação (i.e., magnitude da instabilidade nos somatótipos). A representação gráfica deste modelo é apresentada na Figura 1. Os cálculos foram efectuados no programa Mplus 2.13<sup>15</sup>.

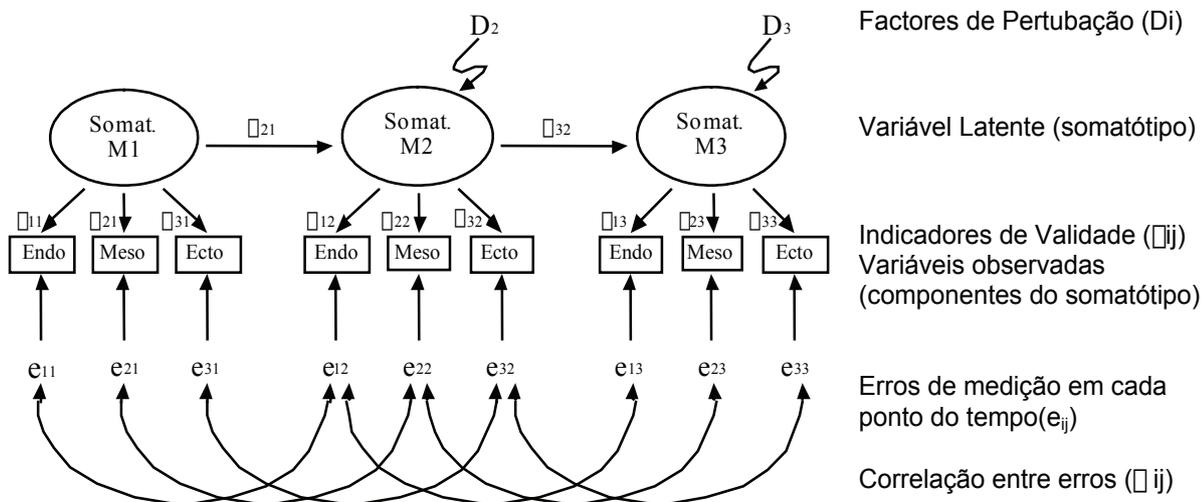


Figura 1 - Modelo quasi-simplex para determinar a estabilidade do somatótipo em três pontos no tempo

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os valores da fiabilidade das medidas somáticas nos três momentos de medição, e que foram obtidos com base na estratégia de determinação de 'in field reliability'. Os valores de *r* estão compreendidos entre 0.867 e 0.999 o que demonstra a elevada precisão ou ausência de erros de medição nos diferentes momentos de recolha da informação.

Quando comparamos as estimativas de fiabilidade da nossa amostra com outras pesquisas realizadas em Portugal e na Bélgica, observamos valores similares. Ostyn et al.<sup>16</sup> referem coeficientes de correlação entre 0.73 e 0.99 num protocolo de avaliação utilizado nos elementos do sexo masculino que participaram no 'Leuven Growth Study'. Lefevre et al.<sup>11</sup> verificaram, também, valores de *r* compreendidos entre 0.96 e 1.00 para um grande número de características na avaliação das raparigas Flamengas. Na Região Autónoma dos Açores, Maia et al.<sup>12</sup> encontraram estimativas de fiabilidade entre 0.928 e 0.998 na medição da altura e do peso.

Os somatótipos médios da amostra madeirense nas coortes 2, 3 e 4 e em cada momento de avaliação constam da Tabela 3. Os desvios padrão estão compreendidos entre 0.37 e 1.79.

A média de idade do coorte 2 no primeiro, segundo e terceiro momentos de avaliação é de 9,76; 10,74 e 11,77 anos, respectivamente. Da análise da Tabela 3 é possível observar um ligeiro aumento na endomorfia e ectomorfia e um pequeno decréscimo na mesomorfia. É difícil interpretar o sentido da magnitude destas diferenças pelo facto de não diferenciarmos os elementos da amostra por sexo. Ainda que tal circunstância seja, em si mesma, uma limitação em pesquisas univariadas sobre componentes do somatótipo, será uma vantagem quando se lida com amostras de dimensão média e que não são fraccionadas pelo género dos seus elementos. A escassez de estudos longitudinais com crianças e adolescentes neste domínio e o uso de diferentes procedimentos de avaliação (método fotoscópico e/ou antropométrico) conduzem a dificuldades acrescidas na comparação dos resultados.

Malina e Bouchard<sup>14</sup>, a partir do estudo efectuado por Tanner e Whitehouse<sup>22</sup> em crianças e adolescentes ingleses dos 3 aos 17 anos, referem alterações nas componentes do somatótipo na infância e na adolescência. Aos 3-8 anos as mudanças reflectem, provavelmente, alterações na morfologia e crescimento do indivíduo, nomeadamente a redistribuição de gordura subcutânea, o desenvolvimento do

Tabela 2 - Coeficientes de correlação de Pearson (*r*) entre o teste e o reteste nos três momentos de avaliação: Março de 1996, 97 e 98.

Variáveis	n	Coeficiente de Correlação de Pearson ( <i>r</i> )		
		1996	1997	1998
Altura	100	0.999	0.999	0.999
Peso	100	0.999	0.999	0.999
<b>Diâmetros</b>				
Bicôndilo-femoral	100	0.949	0.924	0.867
Bicôndilo-umeral	100	0.963	0.972	0.967
<b>Perímetros</b>				
Braquial tenso	100	0.996	0.963	0.995
Geminal	100	0.995	0.996	0.998
<b>Pregas de adiposidade subcutânea</b>				
Geminal	100	0.991	0.990	0.988
Subescapular	100	0.954	0.974	0.977
Suprailíaca	100	0.982	0.979	0.982
Tricipital	100	0.976	0.984	0.985

Tabela 3 - Somatótipos médios 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

M1, 2 e 3: Momentos de avaliação; Componentes do somatótipo: Endo (endomorfia), Meso (mesomorfia) e Ecto (ectomorfia).

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 e Bouchard<sup>14</sup> reforçam, também, a ideia de que embora ocorram mudanças nas componentes do somatótipo durante o crescimento, elas não são geralmente drásticas na maioria das crianças, e que a morfologia externa do jovem adulto é razoavelmente reconhecido na infância, traduzindo alguma “fixidez”, em termos médios, na forma do corpo dos sujeitos.

Esta observação é coincidente com os resultados obtidos nas coortes 3 e 4. A média de idade do coorte 3 no primeiro, segundo e terceiro momentos de avaliação é de 11,73; 12,70 e 13,73 anos, enquanto que na coorte 4 é 13,66; 14,64 e 15,67, respectivamente. Percorrido o intervalo etário 12-16 anos, os valores obtidos revelam poucas alterações. De realçar, no entanto, um ligeiro aumento na endomorfia e um decréscimo na ectomorfia. Zuk<sup>24</sup> e Parizkova e Carter<sup>17</sup> referem características similares na ectomorfia em meninos Norte-Americanos e Checoslovacos. A endomorfia evidencia maior diferenciação, aumentando na amostra Checa e permanecendo estável na amostra Americana.

Em traços gerais, quando consideramos o intervalo etário 10-16 anos é de realçar o aumento das médias da endomorfia, valores médios estáveis para a mesomorfia e um decréscimo nas médias da 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 médios “invariáveis” de mesomorfia são paralelos aos estudos revistos até aos 14 anos, a partir daqui deveria ser observado um ligeiro aumento nesta componente dado que o ganho em massa isenta de gordura nos rapazes é cerca de 1,5 maior do que nas raparigas. Malina e Bouchard<sup>14</sup> em forma de revisão referem que as diferenças entre sexos centram-se 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 nossos resultados reside no afastamento somatotípico observado no ponto de sobreposição do coorte 2 com o coorte 3. O “engate” das três componentes aos 12 anos deveria ser mais suave, o que significava alguma homogeneidade nas características da morfologia externa da nossa amostra. Isto poderá ser interpretado pela presença de indivíduos, sobretudo do sexo feminino, em diferentes estádios maturacionais. Como sabemos, o início do salto pubertário ocorre por volta dos 10 anos no sexo feminino e o efeito de dispersão ou diferença de fases é uma característica no seio de um grupo ou população<sup>21,22</sup>.

Até agora a leitura e interpretação dos resultados foi efectuada com base na descrição dos valores médios das diferentes componentes do somatótipo. Impõe-se uma análise que não viole a ideia de ‘Gestalt’ ou globalidade do tipo físico dos sujeitos. Os dados desta nova abordagem estão sumariados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Resultados do ajustamento dos modelos 'quasi-simplex' para as 2ª, 3ª e 4ª coortes.

Variáveis	Modelo 1 (2ª coorte)	Modelo 2 (3ª coorte)	Modelo 3 (4ª coorte)
Coeficiente de estabilidade ( $\beta_{ji}$ )			
M1 – M2	0.849	0.843	0.861
M2 – M3	0.977	0.955	0.952
Variância explicada/equação estrutural ( $R^2$ )			
M1	0.940	0.866	0.858
M2	1.000	0.887	0.898
Instabilidade na variância ( $D_i$ )			
M2	0.108	0.200	0.214
$M\zeta^c$	0.000	0.206	0.179
Medidas de ajustamento global			
$\chi^2$	64.780	225.036	236.722
gl	22	21	21
CFI	0.933	0.842	0.838
TLI	0.890	0.729	0.723

M1, 2 e 3: Momentos de avaliação; gl: graus de liberdade; CFI 'Comparative fit index'; TLI Tucker-Lewis index

<sup>c</sup> Por razões de convergência do algoritmo fixamos a variância residual do somatótipo em zero. A sua estimativa original era de -0.024, e não significativamente diferente de zero.

Tabela 5 - Valores do 'tracking' (auto-correlações desatenuadas de erros de medição) entre avaliações efectuadas aos 10, 12 e 14 anos de idade e registos obtidos nos três anos seguintes.

Idade, anos	Auto-correlações		
	$r_{12}$	$r_{23}$	$r_{13}$
Coorte 2	10	0.97	
	11		1.00
	12		0.97
Coorte 3	12	0.93	
	13		0.94
	14		0.88
Coorte 4	14	0.93	
	15		0.95
	16		0.88

$r_{12}$  Correlações entre avaliações efectuadas no primeiro e segundo momentos de avaliação;  $r_{23}$  Correlações entre avaliações efectuadas no segundo e terceiro momentos de avaliação;  $r_{13}$  Correlações entre avaliações efectuadas no primeiro e terceiro momentos de avaliação.

Os resultados do ajustamento na coorte 2, realçam a ideia de forte estabilidade do somatótipo enquanto entidade tridimensional no intervalo etário 10-12 anos (CFI=0.933; TLI=0.890;  $\beta_{21}$ =0.849;  $\beta_{32}$ =0.977), embora o valor do  $\chi$  seja elevado. A quantidade

de variância explicada para cada equação estrutural é de  $M_1$ =94% e  $M_2$ =100%, o que reforça a afirmação anterior. Se pensarmos no 'tracking', isto é, em termos de auto-correlação entre os três pontos no tempo os resultados são elevados ( $r_{12}$ =0.97,  $r_{23}$ =1.0 e  $r_{13}$ =0.97) e demonstram a quase inexistência de cruzamentos de trajectórias interindividuais da morfologia externa. Para a coorte 3 continuamos a verificar uma grande estabilidade do somatótipo no intervalo etário 12-14 anos. As medidas de ajustamento global são elevadas: CFI=0.842; TLI=0.729. O coeficiente de estabilidade do primeiro para o segundo momento ( $\beta_{21}$ ) é de 0.843 e do segundo para o terceiro ( $\beta_{32}$ ) é de 0.955. A quantidade de variância explicada para cada equação estrutural é também elevada (87% no momento 1 e 89% no momento 2). Em termos de 'tracking', os valores de auto-correlação são  $r_{12}$ =0.93,  $r_{23}$ =0.94 e  $r_{13}$ =0.88. Mais uma vez, os valores encontram-se muito acima do ponto de corte de 0.50 sugerido por Bloom<sup>3</sup> e reflectem a manutenção de características particulares do tipo físico ao longo do tempo. Finalmente, para a coorte 4, as medidas de ajustamento global são também elevadas e reflectem a grande estabilidade do somatótipo ao longo dos três anos de avaliação (CFI=0.838;

TLI=0.723). Dos 14 para os 15 anos e dos 15 para os 16 os coeficientes de estabilidade são elevados ( $\beta_{21}=0.861$ ;  $\beta_{32}=0.952$ ). O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o momento 1 e 2 é de 0.86 e 0.90, respectivamente. Os valores das auto-correlações ( $r_{12}=0.93$ ,  $r_{23}=0.95$  e  $r_{13}=0.88$ ) espelham, mais uma vez, o 'tracking' elevado do somatótipo no intervalo etário 14-16 anos.

É difícil de comparar os resultados deste estudo com publicações prévias devido ao uso indiscriminado de procedimentos metodológicos e analíticos muito diversificados. A discrepância é evidente no tamanho das amostras, períodos de avaliação, intervalos etários e cálculos de fiabilidade. De igual modo, os estudos revistos utilizam as auto-correlações de Pearson ou de Spearman para lidar com o 'tracking' do somatótipo.

Maia et al.<sup>13</sup> enumeram um conjunto de limitações associadas ao uso de tais ferramentas analíticas no estudo do 'tracking' da aptidão física. Por analogia, e porque abordamos o somatótipo, passamos a citar: (1) as auto-correlações apenas tratam com componentes individuais do somatótipo, (2) não consideram o erro de medida e a correlação dos erros ao longo do tempo, (3) não reconhecem o somatótipo como uma entidade tridimensional e (4) as correlações são apenas medidas de associação que não implicam a ideia de dependência estrutural. Os modelos auto-regressivos com variáveis latentes utilizados neste estudo não apenas exploram o grau de dependência do somatótipo na idade<sub>*i+1*</sub>, a partir do somatótipo na idade<sub>*i*</sub>, mas também salientam resultados da instabilidade do somatótipo resultantes do impacto de um conjunto diferenciado de variáveis de que destacamos, por exemplo, a actividade física e a maturação biológica. As vantagens deste tipo de modelos são por demais evidentes: (1) fornecem coeficientes estruturais e os seus erros-padrão, (2) apresentam a 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, as quais são indicações de mudança nas diferenças inter-individuais no tempo e (5) fornecem auto-correlações ao longo do tempo para o somatótipo como um todo, representando verdadeiros valores de

'tracking'.

A revisão efectuada por Malina e Bouchard<sup>14</sup> sobre este tópico revela a escassez de publicações e o uso exclusivo das auto-correlações. Em meninos ingleses, Walker e Tanner<sup>23</sup> referem coeficientes de correlação compreendidos entre 0.62 e 0.86 (dados extrapolados graficamente) para avaliações efectuadas aos 11 e 14 anos e novamente aos 18 anos de idade. Estes resultados referem-se ao estudo individualizado de cada componente. Os valores mais baixos são observados para o período mais longo (11-18 anos) comparativamente ao intervalo mais curto (14-18 anos). As auto-correlações do presente estudo considerando a globalidade do somatótipo, embora limitadas por não distinguir os elementos da amostra por sexo, são ligeiramente mais elevadas quando consideramos o período que medeia a 1ª e a terceira avaliação em cada coorte ( $r_{13}$  está compreendido entre 0.88 e 0.97). O valor das auto-correlações aumenta quando consideramos o intervalo de 1 ano ( $r_{12}$  e  $r_{23}$  estão compreendidos entre 0.93 e 1.0).

As correlações entre as avaliações das componentes do somatótipo efectuadas em meninos com 12 anos e mais tarde aos 17, em várias amostras Norte-Americanas<sup>24,10,1,7</sup>, estão compreendidas entre 0.45 e 0.73. A correlação mais baixa foi observada na endomorfia e a mais elevada na mesomorfia. Mais uma vez, a comparação com o nosso estudo é "algo limitada" pela não divisão dos elementos da amostra por sexo. A isto acresce, um intervalo entre cada avaliação inferior no delineamento madeirense (1 ou 3 anos). Não obstante este afastamento, as auto-correlações presentes no nosso estudo são superiores às pesquisas Norte-Americanas. As avaliações do somatótipo efectuadas na Checoslováquia<sup>17</sup> e na Bélgica<sup>5</sup>, em elementos do sexo masculino, avaliados aos 13 anos e posteriormente aos 18 (intervalo de 5 anos) evidenciam valores de auto-correlação entre 0.56 e 0.82 para as diferentes componentes do somatótipo. Os valores médios dos madeirenses para ambos os sexos são mais elevados, embora as coortes 3 e 4 apresentem auto-correlações de 0.88 quando consideramos as avaliações efectuadas no primeiro e terceiro momento ( $r_{13}$ ), ou seja, estimativas de três anos. Para as meninas,

Zuk<sup>24</sup> refere correlações compreendidas entre 0.67 e 0.84 numa amostra Norte-Americana avaliada aos 12 e mais tarde aos 17 anos. Atendendo à aglomeração da amostra do nosso estudo, estes valores médios são ligeiramente inferiores aos apresentados pelos madeirenses. É de realçar, no entanto, que o período que medeia as avaliações é superior no estudo Norte-Americano relativamente à presente pesquisa.

## CONCLUSÕES

As conclusões desta pesquisa situam-se em dois planos o metodológico e o substantivo. Do ponto de vista metodológico importa salientar o facto da análise univariada da mudança ou estabilidade de cada componente do somatótipo violar a noção de 'gestalt' que lhe é própria. O somatótipo é uma entidade tridimensional de natureza multivariada que deve ser preservada. Ora o recurso aos modelos 'quasi-simplex', para além de manterem esta noção de globalidade do somatótipo, providenciam informação estatística muito mais rica e diversificada do que os cálculos de médias e de valores F (se a análise for de natureza inferencial). Na investigação da estabilidade do somatótipo, os modelos 'quasi-simplex' são bem mais interessantes se acrescentarmos a sua flexibilidade para acomodarem a influência de preditores das mudanças, e que podem ser invariantes ou não no tempo.

Do ponto de vista substantivo há a mencionar a forte estabilidade do somatótipo em cada uma das coortes consideradas. Esta ausência de mudanças substanciais na forma do corpo durante a infância e adolescência, bem como o carácter de forte previsibilidade que lhe está associada, pode ser da máxima importância para o entendimento esclarecido de alguma isomorfia da morfologia externa durante o crescimento linear e ponderal que ocorre por todo o ciclo circum-pubertário. Salientamos, contudo, a necessidade em realizar estudos separados por sexo, bem como a urgência de pesquisas que verifiquem a plasticidade do somatótipo às influências multifacetadas das actividades físico-desportivas e da maturação biológica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barton W, Hunt E. Somatotype and adolescent in boys. A longitudinal study. **Hum Biol.** 1962; 51:353-370.
2. Bouchard C, Malina R, Pérusse L. **Genetics of fitness and physical performance.** Champaign. Human Kinetics; 1997.
3. Bloom B. **Stability and change in human characteristics.** New York: Wiley; 1964.
4. Carter L, Parizková J. Changes in somatotypes of European males between 17 and 24 years. **Am J Phys Anthropol.** 1978; 48:251-254.
5. Claessens A, Beunen G, Simons J. Stability of anthroposcopic and anthropometric estimates of physique in Belgian boys followed longitudinally from 13 to 18 years of age. **Annals of Human Biology.** 1986; 13:235-244.
6. Claessens A, Vanden Eynde B, Benson R, Van Gerven D. The description of tests and measurements. In: Simons J, Beunen G, Renson R, Claessens A, Vanreusel B, Lefevre J. (Eds). **Growth and Fitness of Flemish Girls The Leuven Growth Study.** HKP Sport Science Monograph Series. Champaign: Human Kinetics Books; 1990, 3, p. 21-39.
7. Clarke H. **Physical and motor tests in the Medford Boys' Growth Study.** Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall; 1971.
8. Freitas D, Maia J, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Marques A, Rodrigues A, Silva C, Crespo M. **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; 2002.
9. Heath B, Carter L. A modified somatotype method. **Am J Phys Anthropol.** 1967; 27:57-74.
10. Hunt E, Barton W. The inconsistency of physique in adolescent boys and other limitations of somatotyping. **Am J Phys Anthropol.** 1959; 17:27-35.
11. Lefevre J, Beunen G, Wellens R. Data input and quality control. In: J. Simons, G. Beunen, R. Renson, A. Claessens, B. Vanreusel, J. Lefevre (Eds). **Growth and fitness of flemish girls. The leuven growth study.** HKP Sport Science Monograph Series, Vol. 3. Champaign, Human Kinetics Books ;1990.
12. Maia JA, Lopes V, Morais F, Silva R, Seabra A. **Estudo do crescimento somático, aptidão física, actividade física e capacidade de coordenação corporal de crianças do 1º ciclo do ensino básico da região autónoma dos Açores.** Porto. Multitema; 2002.

13. Maia JA, Lefevre J, Claessens A, Renson R, Vanreusel B, Beunen G. Tracking of physical fitness during adolescence: a panel study in boys. **Med Sci Sports Exerc.** 2001;33:5:765-771.
14. Malina R, Bouchard C. **Growth, maturation and physical activity.** Champaign, IL: Human kinetics; 1991.
15. Muthén L, Muthén B. **Statistical analysis with latent variables. User's Guide.** Los Angeles, CA: Muthéu e Muthéu; 2001.
16. Ostyn M, Simons J, Beunen G, Renson R, Van Gerven D. **Somatic and Motor Development of Belgian Secondary Schoolboys: Norms and Standards.** Leuven: Leuven University Press; 1980.
17. Parizková J, Carter J. Influence of physical activity on stability of somatotypes in boys. **Am J Phys Anthropol.** 1976; 44: 327-340.
18. Ross W, Marfell-Jones M. Kinanthropometry. In: MacDougall J, Wenger H, Green H (Eds). **Physiological testing of the elite athlete.** New York: Movement Publications;1983. p.75-115.
19. Sheldon W, Stevens S, Tucker W. **The varieties of human physique.** New York: Harper and Brothers; 1940.
20. Tanner J, Whitehouse R. **Atlas of children's growth: normal variation and growth disorders.** New York: Academic Press; 1982.
21. Tanner J, Whitehouse R, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965, Part I. **Arch Dis Child.** 1966; 41:454-471.
22. Tanner J, Whitehouse R, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965, Part II. **Arch Dis Child.** 1966; 41:613-635.
23. Walker R, Tanner J. Prediction of adult Sheldon somatotypes I and II from ratings and measurements at childhood ages. **Ann Hum Biol.** 1980; 7: 213-224.
24. Zuk G. The plasticity of the physique from early adolescence through adulthood. **J Genet Psychol.** 1958; 92: 205-214.

---

**Endereço para correspondência:**

José António Ribeiro Maia  
Laboratório de Cineantropometria e Estatística Aplicada  
Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física  
Rua Dr. Plácido Costa, 91  
4200-450 Porto, PORTUGAL  
email:jmaia@fcdef.up.p

Recebido em 27/01/2004  
Revisado em 28/01/2004  
Aprovado em 04/02/2004