

## Estudo alométrico da aptidão funcional de crianças e jovens rurais de Moçambique

### *Allometric study of functional fitness of children and adolescents in a rural area of Mozambique*

Leonardo Nhantumbo<sup>1</sup>  
Sílvia Saranga<sup>1</sup>  
António Prista<sup>1</sup>  
Luciano Basso<sup>3</sup>  
José Maia<sup>2</sup>

**Resumo** – Pesquisas em contextos Africanos nas quais se estuda o desempenho motor de crianças através do método alométrico são escassas. O estudo teve como objetivo averiguar a variabilidade da aptidão funcional de crianças e jovens rurais Moçambicanos por meio do contraste entre expoentes alométricos teóricos e empíricos. Foram medidas a altura e o peso, e avaliada a aptidão funcional com base em testes selecionados das baterias AAHPERD, EUROFIT e Fitnessgram. Foi considerada a equação alométrica fundamental,  $Y=aX^b$ . Para além das estatísticas descritivas habituais, recorreu-se à ANOVA fatorial para determinar o efeito da idade e do sexo nas variáveis somáticas e funcionais. Aplicou-se uma extensão do modelo alométrico a partir da ANCOVA após transformação logarítmica das variáveis de interesse. Os valores médios de altura e peso aumentam em função da idade, interagindo significativamente com idade e sexo. Constatou-se um efeito da idade nas provas físicas, com maiores médias dos meninos. Os coeficientes alométricos encontrados são distintos dos esperados teoricamente, sendo maiores nas meninas do que nos meninos em quase todas as provas. Pode-se concluir que existe um dimorfismo sexual nas diferenças de médias na aptidão funcional ao longo da idade. Os expoentes empíricos encontrados, em ambos os sexos, são antagônicos aos esperados teoricamente, salientando ausência do pressuposto da similaridade geométrica. Nas meninas, os expoentes alométricos são, em todas as provas, maiores do que dos meninos.

**Palavras-chave:** África; Alometria; Aptidão funcional; Tamanho corporal.

**Abstract** – Few studies in Africa have investigated the physical performance of children using the allometric method. This study evaluated the functional fitness of children and adolescents in a rural area of Mozambique using the contrast between theoretical models and empirical allometric coefficients. Height and weight were measured and functional fitness was assessed using the AAHPERD, EUROFIT and Fitnessgram tests. The allometric equation  $Y=aX^b$ , was used. In addition to descriptive statistics, factorial ANOVA was used to test differences of body size and functional variables between sexes and age groups. An extension of the allometric equation based on ANCOVA was used after proper logarithmic transformation of all variables of interest. Mean height and weight increased with age and were significantly associated with age and sex. Functional fitness increased with age, and mean results were higher for boys. Allometric coefficients were different from those expected according to theory, and girls had higher coefficients in almost all tests. A marked sexual dimorphism was seen in functional fitness results according to age. Empirical coefficients were different from those expected according to theory, which demonstrated the absence of the presumed geometric similarity. Girls had higher coefficients than boys in all fitness tests.

**Key words:** Africa; Allometry; Body size; Functional fitness.

1 Universidade Pedagógica.  
Faculdade de Educação Física e  
Desporto, , Maputo, Moçambique.

2 Universidade do Porto. CIFID,  
Faculdade de Desporto. Porto.  
Portugal

3 Universidade de São Paulo. Es-  
cola de Educação Física e Esporte.  
São Paulo. Brasil

Recebido em 13/04/12  
Revisado em 01/05/12  
Aprovado em 12/05/12



Licença  
Creative Commons

## INTRODUÇÃO

O interesse em torno da importância do tamanho corporal como variável potencialmente “confundidora” em estudos da aptidão funcional tem aumentado nos últimos tempos<sup>1-3</sup>. Com efeito, os procedimentos alométricos permitem extrair uma variável dependente isenta de qualquer influência dimensional, sendo, por isso, considerados superiores aos métodos de modelação de variáveis fisiológicas para diferenças dimensionais baseados em simples rácios<sup>4,5</sup>. A utilização da alometria propicia uma interpretação adequada da funcionalidade de sujeitos dimensionalmente distintos, pois permite modelar o efeito das dimensões corporais, bem como o de outras covariáveis<sup>1,4,5</sup>.

Na região Sub-Sahariana de África, a prevalência de tamanho reduzido, i.e., atraso no crescimento linear, durante a infância e adolescência, é elevada<sup>6</sup>. A literatura identifica os dois grandes fatores que condicionam o crescimento, nomeadamente a adaptação nutricional e a exposição a doenças infecto-contagiosas<sup>7</sup>. Por conseguinte, tem sido salientada a eficiência funcional em associação com um reduzido tamanho corporal sob condições de subnutrição proteico-energética crônica, em que a redução no tamanho corporal e na massa muscular são apontados como fatores condicionadores da aptidão funcional em crianças subnutridas<sup>8,9</sup>. No entanto, quando a aptidão funcional é relativizada à altura ou ao peso do corpo, as diferenças entre crianças subnutridas e normonutridas são substancialmente reduzidas ou desaparecem<sup>10,11</sup>.

Estudos realizados em países desenvolvidos têm recorrido à alometria para estudar a aptidão funcional, sobretudo, o consumo máximo de oxigénio ( $VO_2\max$ ) de crianças e jovens<sup>12,13</sup>, em que a influência das dimensões corporais na capacidade aeróbia dos sujeitos é documentada. Por outro lado, a condição de residir em uma área urbana ou rural nestes países parece não influenciar o desempenho motor de crianças e jovens, quando estudado através da alometria<sup>14</sup>.

Contudo, pesquisas com crianças e jovens Africanos em que se estuda a sua aptidão funcional através do método da escala alométrica são escassas. Até agora, os únicos estudos centrados nesta temática realizados com crianças e jovens Africanos disponíveis na literatura são de Corlett<sup>15,16</sup>. Este autor investigou o efeito das variáveis dimensionais nas provas físicas de crianças do Botswana, de ambos os sexos, dos 7-12 anos de idade, tendo constatado diferenças entre os expoentes dimensionais teóricos e empíricos, as quais foram explicadas pela ausência de variação substancial na composição corporal<sup>15</sup>. E, ao comparar a força de prensão daquelas crianças em função da área de residência, encontrou melhores desempenhos das crianças urbanas em relação às do meio rural, em ambos os sexos, mesmo após o ajustamento dimensional para diferenças de tamanho<sup>16</sup>.

Estes estudos cobrem apenas a faixa etária pré-púbere, o que espelha a pequena quantidade de pesquisas desta natureza em contextos africanos e, consequentemente, a necessidade de mais estudos neste âmbito.

Moçambique é um país com fortes assimetrias socioeconômicas e de pressão ambiental entre as suas áreas urbana e rural, fato que potencia a

presença de indivíduos com dimensões corporais distintas entre o campo e a cidade; tanto quanto julgamos saber, estudos que avaliem a aptidão funcional a partir de um posicionamento alométrico realizados com a população infanto-juvenil deste país são inexistentes. Neste contexto, o presente estudo pretende averiguar a variabilidade da expressão da aptidão funcional de crianças e jovens rurais Moçambicanos por meio do contraste entre expoentes alométricos teóricos e empíricos.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### Amostra

A amostra consistiu em 840 crianças e jovens, de ambos os sexos (456 meninos e 384 meninas), dos 7 aos 16 anos de idade residentes em Calanga, uma localidade rural situada a 75 Km a norte da capital de Moçambique, Maputo, com uma superfície de 2.373Km<sup>2</sup> e uma população de 9.451 pessoas, sendo 3361 crianças e jovens com idades compreendidas entre os 6-20 anos de idade<sup>17</sup>. Toda a amostra frequentava o ensino primário e secundário do Sistema Nacional de Educação e representa 23,62% da população de Calanga com idade compreendida entre os 6-20 anos.

O método e os objetivos do estudo foram antecipadamente explicados aos pais e encarregados de educação, bem como às direções das escolas e líderes comunitários. Os pais e/ou responsáveis de educação foram solicitados para que lessem e assinassem o termo de consentimento que detalhava os objetivos e procedimentos essenciais do estudo como prova do seu consentimento e anuência à pesquisa. O estudo foi aprovado pelas autoridades nacionais de saúde e de educação de Moçambique e pelo Comitê Nacional de Bioética para a Saúde.

### Antropometria

A altura e o peso foram medidos com um estadiômetro de marca Harpende<sup>\*</sup> (Holtain, Crymych, United Kindom) e uma balança de marca Secca<sup>\*</sup> (M 01-22-07-245; Secca Germany), respectivamente, de acordo com a padronização descrita por Lohman et al.<sup>18</sup>.

### Aptidão Funcional

A Aptidão Funcional foi avaliada com base nos protocolos das seguintes baterias: 1) AAHPERD<sup>19</sup>: corrida da milha; 2) EUROFIT<sup>20</sup>: impulsão horizontal, tempo de suspensão na barra e corrida de velocidade 10x5 metros e dinamometria manual e 3) Fitnessgram<sup>21</sup>: teste de força abdominal. À exceção das provas de corrida da milha, força abdominal, suspensão na barra e velocidade, foram concedidas duas repetições a cada sujeito em todas as provas funcionais. Nestas, foi considerado o melhor resultado. Em ordem a minimizar a variância erro nas medições, tanto nas medidas antropométricas, quanto em todas as provas físicas, os sujeitos foram sempre avaliados pelos mesmos observadores.

### Procedimentos alométricos

A aptidão funcional foi analisada de acordo com a respectiva relação teórica esperada para a variável dimensional mais utilizada, a altura<sup>22</sup>. Segundo Astrand & Rodahl<sup>23</sup>, para as provas de impulsão horizontal, força de preensão e velocidade; Jaric et al.<sup>24</sup>, para força abdominal e suspensão na barra e Rowland<sup>25</sup>, para a corrida da milha, é de esperar que os coeficientes alométricos ( $b$ ) sejam os seguintes: impulsão horizontal, ( $b = 1$ ); dinamometria manual, ( $b = 2$ ); provas de velocidade, ( $b = 0$ ); força abdominal e suspensão na barra, ( $b = -0.33$ ) e provas de corrida de duração, (meninos,  $b = -1.60$ ; meninas,  $b = -1.17$ ).

Genericamente, é utilizada uma função potência bem conhecida,  $Y = aX^b$ , que pode ser facilmente linearizada se tomarmos os logaritmos de cada membro da equação, tal que  $\text{Log } Y = \text{log } a + b \text{ log } X$ . O parâmetro mais relevante desta equação é  $b$ , interpretado como coeficiente alométrico, ou coeficiente de regressão fenotípico.

### Procedimentos estatísticos

Foi calculada a estatística descritiva padrão (média e desvio padrão). O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado, tendo confirmado a normalidade dos dados. Uma análise da variância a dois fatores (ANOVA II) foi usada para determinar o efeito da idade e do sexo nas variáveis somáticas e funcionais. Uma extensão do modelo alométrico geral sugerido por Nevill et al.<sup>1</sup> para a análise da covariância (ANCOVA) foi aplicada para examinar o efeito dimensional nas provas funcionais. Antes desta análise, as variáveis de tamanho corporal e de aptidão funcional foram logaritmicamente transformadas. A análise estatística foi realizada com o software SPSS, 14.0, e o nível de significância foi fixado em 0.05.

## RESULTADOS

Os resultados descritivos de altura e peso, juntamente com os valores da ANOVA fatorial da comparação das médias entre os sexos em função da idade são apresentados na tabela 1. Conforme esperado, os valores médios de altura e peso aumentam em função da idade, sendo evidente uma interação significativa entre a idade e o sexo. Porém, o efeito do sexo foi apenas evidente no peso.

A tabela 2 apresenta os resultados médios e da ANOVA das diferentes provas de aptidão funcional por sexo, ao longo da idade. É nítido um efeito da idade em todas as provas físicas, evidenciando aumentos das médias com o avanço da idade. Os meninos apresentaram valores médios mais elevados em todas as provas e em quase todas as idades. A interação entre a idade e o sexo foi significativa na maioria dos testes, à exceção da preensão e da velocidade.

A tabela 3 mostra os expoentes empíricos obtidos. Os coeficientes alométricos encontrados são, na sua totalidade, distintos dos esperados teoricamente. Na prova de suspensão na barra, o sinal alométrico é con-

trário em meninos e meninas. Na prova de força abdominal, a diferença é muito elevada para o expoente teórico e muito distinto entre meninos ( $b = 0,44$ ) e meninas ( $b = 2,67$ ). Este padrão também acontece na prova de dinamometria. Há uma diferença notória entre o expoente teórico ( $b = 0$ ) e os encontrados na prova de velocidade (meninos,  $b = -0,13$ ; meninas,  $b = -0,44$ ). Na prova da milha, os sinais alométricos obtidos pelos dois sexos (meninos,  $b = -0,42$  e meninas,  $b = -0,25$ ) são maiores que os expoentes teóricos (meninos,  $b = -1,60$  e meninas,  $b = -1,17$ ).

**Tabela 1.** Valores descritivos de altura e peso em função do sexo e da idade (média  $\pm$  erro-padrão) e valores de ANOVA II resultantes da comparação das médias entre os sexos em função da idade.

Idade (anos)	Altura (cm)		Peso (Kg)	
	Meninos	Meninas	Meninos	Meninas
6-7	113,8 $\pm$ 1,1	112,8 $\pm$ 1,2	19,6 $\pm$ 0,6	19,4 $\pm$ 0,7
8	120,4 $\pm$ 1,1	120,4 $\pm$ 1,2	21,8 $\pm$ 0,7	21,4 $\pm$ 0,7
9	125,2 $\pm$ 1,3	125,4 $\pm$ 1,5	24,1 $\pm$ 0,8	24,0 $\pm$ 0,9
10	128,1 $\pm$ 1,3	128,6 $\pm$ 1,4	25,6 $\pm$ 0,8	25,9 $\pm$ 0,8
11	134,3 $\pm$ 1,4	134,4 $\pm$ 1,2	27,7 $\pm$ 0,9	28,9 $\pm$ 0,7
12	137,7 $\pm$ 1,4	139,2 $\pm$ 1,4	30,6 $\pm$ 0,8	32,8 $\pm$ 0,9
13	143,3 $\pm$ 1,1	147,4 $\pm$ 1,3	35,0 $\pm$ 0,7	38,9 $\pm$ 0,7
14	146,8 $\pm$ 1,2	151,2 $\pm$ 1,2	37,6 $\pm$ 0,7	40,3 $\pm$ 0,7
15	153,6 $\pm$ 1,3	150,9 $\pm$ 1,5	40,9 $\pm$ 0,8	42,0 $\pm$ 0,9
$\geq 16$	161,5 $\pm$ 1,1	159,2 $\pm$ 1,7	47,6 $\pm$ 0,7	47,7 $\pm$ 1,0
Valores de ANOVA	Efeito da idade: F = 275,15; p < 0,001		Efeito da idade: F = 292,68; p < 0,001	
	Efeito do sexo: F = 0,083; p = 0,774		Efeito do sexo: F = 9,52; p = 0,002	
	Interação: F = 2,35; p = 0,013		Interação: F = 1,97; p = 0,040	

**Tabela 2.** Valores descritivos (média  $\pm$  erro-padrão) dos meninos e meninas rurais de Calanga nos diferentes testes de aptidão funcional e resultados da comparação (ANOVA II) das médias entre os sexos em função da idade.

Idade (anos)	Impulsão Horizontal (cm)		Suspensão na Barra (seg.)		Força Abdominal (reps.)		Preensão (kg)		Velocidade (seg.)		Corrida da Milha (seg.)	
	Meninos	Meninas	Meninos	Meninas	Meninos	Meninas	Meninos	Meninas	Meninos	Meninas	Meninos	Meninas
6-7	106,2 $\pm$ 3,6	99,1 $\pm$ 3,6	6,6 $\pm$ 1,3	7,7 $\pm$ 1,4	1,6 $\pm$ 1,2	1,4 $\pm$ 1,2	9,3 $\pm$ 0,8	7,1 $\pm$ 0,8	27,8 $\pm$ 0,5	27,9 $\pm$ 0,4	549,9 $\pm$ 14,0	611,7 $\pm$ 13,4
8	117,7 $\pm$ 3,7	119,5 $\pm$ 3,8	4,8 $\pm$ 1,4	7,9 $\pm$ 1,5	3,3 $\pm$ 1,2	2,8 $\pm$ 1,1	10,8 $\pm$ 0,8	9,4 $\pm$ 0,8	26,2 $\pm$ 0,5	27,0 $\pm$ 0,4	512,1 $\pm$ 14,5	567,8 $\pm$ 13,8
9	129,8 $\pm$ 4,2	124,8 $\pm$ 4,8	9,4 $\pm$ 1,6	8,3 $\pm$ 1,8	4,5 $\pm$ 1,3	6,6 $\pm$ 1,4	12,9 $\pm$ 0,9	10,8 $\pm$ 1,0	25,2 $\pm$ 0,6	25,9 $\pm$ 0,6	525,1 $\pm$ 16,3	528,7 $\pm$ 16,6
10	131,6 $\pm$ 4,1	135,5 $\pm$ 4,9	11,1 $\pm$ 1,6	11,6 $\pm$ 1,9	4,8 $\pm$ 1,3	6,0 $\pm$ 1,4	14,8 $\pm$ 0,9	12,1 $\pm$ 1,0	24,6 $\pm$ 0,5	26,0 $\pm$ 0,5	512,2 $\pm$ 14,7	524,9 $\pm$ 16,3
11	133,6 $\pm$ 5,0	129,6 $\pm$ 3,9	10,9 $\pm$ 1,7	8,3 $\pm$ 1,5	3,3 $\pm$ 1,5	8,0 $\pm$ 1,2	16,5 $\pm$ 1,0	14,9 $\pm$ 0,8	23,5 $\pm$ 0,6	23,8 $\pm$ 0,5	507,2 $\pm$ 16,3	542,4 $\pm$ 13,4
12	144,2 $\pm$ 4,4	142,6 $\pm$ 4,5	14,4 $\pm$ 1,8	11,6 $\pm$ 1,7	8,7 $\pm$ 1,4	4,8 $\pm$ 1,4	18,6 $\pm$ 1,0	18,2 $\pm$ 1,0	23,4 $\pm$ 0,5	23,6 $\pm$ 0,6	502,3 $\pm$ 15,3	537,5 $\pm$ 15,9
13	150,3 $\pm$ 3,6	147,6 $\pm$ 3,9	11,2 $\pm$ 1,3	7,9 $\pm$ 1,5	8,8 $\pm$ 1,1	5,8 $\pm$ 1,3	21,5 $\pm$ 0,9	20,4 $\pm$ 0,9	22,6 $\pm$ 0,5	23,0 $\pm$ 0,5	482,5 $\pm$ 12,8	577,4 $\pm$ 13,4
14	160,5 $\pm$ 3,9	149,6 $\pm$ 3,8	16,1 $\pm$ 1,4	9,6 $\pm$ 1,4	11,9 $\pm$ 1,2	6,9 $\pm$ 1,2	24,8 $\pm$ 0,8	24,5 $\pm$ 0,8	22,7 $\pm$ 0,5	23,1 $\pm$ 0,5	479,6 $\pm$ 14,7	543,2 $\pm$ 13,0
15	165,7 $\pm$ 4,1	147,9 $\pm$ 4,7	14,6 $\pm$ 1,6	7,5 $\pm$ 2,0	10,5 $\pm$ 1,3	7,4 $\pm$ 1,6	27,6 $\pm$ 0,9	26,2 $\pm$ 1,0	22,1 $\pm$ 0,5	24,1 $\pm$ 0,6	446,9 $\pm$ 17,0	551,9 $\pm$ 16,6
$\geq 16$	177,1 $\pm$ 3,3	147,1 $\pm$ 6,5	17,9 $\pm$ 1,3	8,5 $\pm$ 2,5	14,7 $\pm$ 1,0	8,0 $\pm$ 2,0	34,7 $\pm$ 0,7	29,3 $\pm$ 1,3	22,0 $\pm$ 0,4	22,8 $\pm$ 0,9	423,9 $\pm$ 13,8	563,7 $\pm$ 22,5
Valores de ANOVA II	Efeito da idade: F = 44,44; p < 0,001		Efeito da idade: F = 4,92; p < 0,001		Efeito da idade: F = 10,63; p < 0,001		Efeito da idade: F = 146,32; p < 0,001		Efeito da idade: F = 28,30; p < 0,001		Efeito da idade: F = 5,33; p < 0,001	
	Efeito do gênero: F = 14,89; p < 0,001		Efeito do gênero: F = 14,94; p < 0,001		Efeito do gênero: F = 5,70; p = 0,017		Efeito do gênero: F = 21,51; p < 0,001		Efeito do gênero: F = 9,89; p = 0,002		Efeito do gênero: F = 78,08; p < 0,001	
	Interação: F = 2,33; p = 0,014		Interação: F = 2,96; p = 0,002		Interação: F = 3,26; p = 0,001		Interação: F = 1,10; p = 0,361		Interação: F = 0,668; p = 0,739		Interação: F = 3,28; p = 0,001	

**Tabela 3.** Valores de expoentes  $b$  obtidos nas diferentes provas de aptidão funcional através de análise da função potência.

Provas de Aptidão Funcional	Expoentes Alométricos			
	Teóricos		Empíricos	
	Fator de Escala: Altura			
	Meninos	Meninas	Meninos	Meninas
Impulsão Horizontal	1	1	0,85	1,21
Suspensão na Barra	-0,33	-0,33	-0,48	0,49
Força Abdominal	-0,33	-0,33	0,44	2,67
Preensão Manual	2	2	1,86	3,0
Corrida de Velocidade	0	0	-0,13	-0,44
Corrida da Milha	-1,60	-1,17	-0,42	-0,25

## DISCUSSÃO

Considerando que o objetivo central deste estudo foca-se na averiguação da variabilidade da aptidão funcional de crianças e jovens rurais Moçambicanos mediante o contraste entre expoentes alométricos teóricos e empíricos, os resultados da estatística descritiva e da análise da variância das medidas somáticas e da aptidão funcional serão discutidos de forma sucinta e com propósito meramente ilustrativo.

Neste contexto, os valores médios de altura e peso das crianças e jovens da presente amostra são inferiores aos valores normativos de CDC/NCHS/WHO<sup>26</sup>, um cenário já constatado na população moçambicana em idade escolar residente na cidade de Maputo<sup>27</sup>. Os valores inferiores de altura e peso dos africanos em comparação com crianças e jovens europeus e americanos devem-se a insuficiências nas condições do envolvimento, nomeadamente, as precárias condições higiénicas, deficiências nutricionais e ausência de cuidados primários de saúde<sup>27</sup>.

Por outro lado, e como era esperado, os valores médios da aptidão física revelam um padrão incremental ao longo da idade. Estes resultados são semelhantes com os de estudos anteriores realizados com crianças e jovens Moçambicanos de Maputo em idade escolar<sup>27,28</sup>, bem como em crianças do Botswana<sup>15</sup>.

Os resultados da análise da variância salientaram um diferencial no padrão de comportamento das médias entre os sexos, ao longo da idade, em que predominam médias mais elevadas dos meninos em todas as provas e na maioria dos intervalos etários. As meninas apresentam, a partir dos 13 anos, na maioria das provas, uma estabilização e/ou declínio do seu desempenho. Estes resultados corroboram os encontrados em outros estudos realizados em áreas urbanas de Moçambique<sup>27,28</sup>.

Uma vantagem dos sujeitos de classes socioeconômicas desfavorecidas foi evidenciada em estudos anteriores realizados com crianças e jovens da cidade de Maputo em muitas provas funcionais<sup>28</sup>. Os melhores desempenhos da classe desfavorecida foram explicados pelo fato das crianças e jovens que crescem em condições desfavorecidas se engajaram em tarefas

domésticas diárias que contemplam atividades físicas de duração, frequência e intensidade consideráveis. No caso concreto da presente amostra, tratando-se de uma população caracteristicamente rural, em que as atividades de subsistência familiar não mecanizadas são incontornáveis para a sua sobrevivência cotidiana, o estilo de vida ativo imposto por esse envolvimento parece refletir-se de forma particular nos seus níveis de aptidão funcional.

Não obstante a literatura documentar, suficientemente, o recurso à processologia analítica do efeito da escala, baseada no pressuposto da similaridade geométrica para esclarecer aspectos essenciais relacionados com os efeitos do tamanho do corpo em vários testes de desempenho motor<sup>1,4,6</sup>; pesquisas com este enquadramento realizadas na África são quase inexistentes, o que limitará o alcance interpretativo dos resultados deste estudo.

Os coeficientes de regressão fenotípicos encontrados no presente estudo divergem, na sua globalidade, dos postulados pela teoria da similaridade geométrica. Esta constatação parece indicar que, para o caso concreto das crianças e jovens desta amostra, os coeficientes alométricos teóricos não descrevem a relação entre o tamanho corporal e a aptidão funcional. Na verdade, enquanto os meninos apresentam, na maioria das provas, expoentes alométricos empíricos menores que os teóricos, já os evidenciados pelas meninas são maiores em todas as provas, à exceção da velocidade.

Expoentes empíricos maiores que os postulados pela teoria da similaridade geométrica também foram encontrados por Corlett<sup>15,16</sup> em crianças do Botswana, de ambos os sexos, em que os maiores valores foram, também, evidenciados pelas meninas. Para este autor, os maiores valores de coeficientes alométricos revelados por crianças africanas devem-se ao fato dos modelos alométricos se basearem em pressupostos que não tomam em consideração um conjunto de fatores maturacionais. Por outro lado, os modelos assumem que a forma e composição do corpo são constantes ao longo do processo de crescimento, o que para o caso concreto do crescimento das crianças e jovens não parece correto, sobretudo, na África.

Nos meninos, os coeficientes alométricos encontrados no presente estudo indicam que, à exceção da corrida da milha e da força abdominal, em que superam os teóricos respectivos, o aumento da aptidão funcional ao longo da idade atribuído aos ganhos nas dimensões corporais é bem menor. Contrariamente, os maiores coeficientes evidenciados pelas meninas em quase todos os testes motores, excetuando-se a suspensão na barra, denotam evidências de maiores aumentos do desempenho em função de incrementos das medidas de tamanho corporal. Esta relação entre as aquisições de aptidão funcional em função de aumentos nas medidas de tamanho corporal, durante o crescimento, bem como o diferencial nos seus padrões por sexo parece, no contexto desta amostra, marcada por uma forte pressão ambiental.

Com efeito, um estudo recentemente realizado com esta população<sup>29</sup> permitiu constatar prevalências nos meninos e nas meninas, respectivamente, de 24,2% e 21,3% na condição de *stunted*, 11,4% e 7,0% na de *wasted*



e 7,1% e 4,2% na condição simultânea de *stunted e wasted*, bem como valores médios de altura e de peso desta população abaixo do percentil 25 das normas de CDC/NCHS/WHO<sup>26</sup>. Por outro lado, o padrão destas prevalências em função do sexo revelou uma maior frequência nos meninos em relação às meninas, fato que parece explicar, parcialmente, a predominância de maiores expoentes empíricos encontrados no seio destas. Foi possível concluir que este quadro de resultados espelhava claramente um efeito negativo de um surto nutricional sob o qual o processo de crescimento destas crianças se processava, com repercussões impeditivas de expressão do potencial genético das medidas do seu tamanho corporal, para além da sua influência determinante no desempenho motor.

A disparidade observada entre os valores dos coeficientes alométricos encontrados nesta amostra parece atestar, de forma implícita, a presença de um diferencial na dinâmica do crescimento entre os dois sexos. Por outro lado, as interações significativas constatadas entre o sexo e a idade nas medidas somáticas parecem consubstanciar este fato. Note-se que, as meninas, ao evidenciarem expoentes maiores que os teóricos na maioria das provas físicas, sugerem a presença de outros fatores a governarem os níveis de performance nessas provas, para além do simples incremento no tamanho corporal. Por seu turno, os meninos, ao apresentarem expoentes empíricos menores em quase todas as provas, denotam um claro atraso no ritmo de aquisição de ganhos no desempenho motor ao longo do crescimento em função dos aumentos no tamanho corporal.

De qualquer modo, convém reter que os expoentes teóricos propostos pela teoria da similaridade geométrica encerram uma especificidade referenciada tão somente a cada teste e não a cada sujeito, para além de que é referido que o termo alométrico deriva do pressuposto de que o parâmetro alométrico empírico não tem, necessariamente, que ser igual ao postulado teoricamente<sup>30</sup>. Assim, um tratamento mais integrado desta temática em contextos rurais pode ajudar a entender melhor a praticabilidade da análise alométrica nas comparações de variáveis funcionais inter e intragrupos que vivem nessa realidade contextual específica.

## CONCLUSÕES

Dentro dos limites conceituais e metodológicos deste estudo e, tendo em consideração os resultados apresentados, sobressaem as seguintes conclusões: (i) os expoentes empíricos encontrados nos dois sexos são antagônicos aos teóricos, revelando a ausência do pressuposto da similaridade geométrica; (ii) é evidente um dimorfismo sexual no padrão de ganhos de desempenho motor ao longo do crescimento, em função dos aumentos do tamanho corporal, com as meninas a evidenciar expoentes de regressão fenotípicos predominantemente maiores do que os teóricos em todas as provas de aptidão funcional em relação aos meninos.

Embora os expoentes empíricos serem maiores nas meninas para a maioria das provas funcionais, os meninos têm médias mais elevadas de



aptidão funcional em quase todas as provas, o que sugere a presença de outros fatores a condicionarem os níveis de aptidão funcional no seio desta amostra rural, para além do simples incremento no tamanho do corpo. É bem provável que tais fatores estejam associados às exigências das atividades diárias de sobrevivência e da riqueza lúdica dos jogos impostas pelo meio rural em que a presente amostra vive.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nevill AM, Ramsbottom R, Williams C. Scaling physiological measurements for individuals of different body size. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1992;65(2):110-7.
2. Nevill AM, Holder RL. Scaling, normalizing, and per ratio standards: an allometric modeling approach. *J Appl Physiol* 1995;79(3):1027-31.
3. Winter EM. Importance and principles of scaling for size differences. In: Bar-Or O, editor. *The Child and Adolescent Athlete*. Oxford, UK: Blackwell; 1996. p. 673-679.
4. Winter EM, Nevill AM. Scaling: adjusting for differences in body size. In: Eston R, Reilly T, editors. *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual*: Spon; 1996. p. 321-335.
5. Vanderburgh P, Sharp M, Nindl B. Nonparallel slopes using analysis of covariance for body size adjustment may reflect inappropriate modeling. *Meas Phys Educ Exerc Sci* 1998;2(2):127-35.
6. Nevill AM, Bate S, Holder RL. Modeling physiological and anthropometric variables known to vary with body size and other confounding variables. *Am J Phys Anthropol* 2005;Suppl 41:141-53.
7. ACC/SCN. Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva: United Nations; 2000.
8. Ulijaszek S. Plasticity, growth and energy balance. In: Mascie-Taylor C, Bogin B, editors. *Human variability and plasticity*. Cambridge: Cambridge University Press; 1995. p. 91-109.
9. Spurr GB, Reina JC, Dahners HW, Barac-Nieto M. Marginal malnutrition in school-aged Colombian boys: functional consequences in maximum exercise. *Am J Clin Nutr* 1983;37(5):834-47.
10. Malina RM, Buschang PH. Growth, strength and motor performance of Zapotec children, Oaxaca, Mexico. *Hum Biol* 1985;57(2):163-81.
11. Spurr GB, Reina JC. Energy expenditure/basal metabolic rate ratios in normal and marginally undernourished Colombian children 6-16 years of age. *Eur J Clin Nutr* 1989;43(8):515-27.
12. Benefice E, Malina R. Body size, body composition and motor performances of mild-to-moderately undernourished Senegalese children. *Ann Hum Biol* 1996;23(4):307-21.
13. Malina R, Little B, Shoup R, Buschang P. Adaptive significance of small body size: strength and motor performance of school children in Mexico and Papua New Guinea. *Am J Phys Anthropol* 1987;73(4):489-99.
14. Dollman J, Norton K, Tucker G. Anthropometry, fitness and physical activity of urban and rural south Australian children. *Pediatr Exerc Sci* 2002;14:297-312.
15. Corlett J. Power function analysis of physical performance by Tswana children. *J Sports Sci* 1984;2:131-13
16. Corlett J. Strength development of Tswana children. *Hum Biol* 1988;60(4):569-77.
17. INE. Instituto Nacional de Estatística. Projeções da população para 2007 Maput, Moçambique; 2006.
18. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign Illinois: Human Kinetics Books; 1988.
19. AAHPERD. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance. Health related fitness test manual: Reston, VA: AAHPERD; 1980.

20. EUROFIT. Handbook for the EUROFIT tests of physical fitness: Rome: Council of Europe Committee for the development of sport; 1988.
21. FITNESSGRAM. Test Administration Manual. The Cooper Institute for Aerobics Research. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1994.
22. Asmussen E, Heeboll-Nielsen K. A dimensional analysis of physical performance in boys. *J Appl Physiol* 1955;7:537-603.
23. Astrand PO, Rodahl K. Textbook of work physiology. 3rd edition. New York: McGraw-Hill Book Company, 1986.
24. Jaric S. Role of body size in the relation between muscle strength and movement performance. *Exerc Sport Sci Rev* 2003;31(1):8-12.
25. Rowland T. Performance fitness in children as a model for fatigue, or, what good is allometry, anyway? *Pediatr Exerc Sci* 1995;7:1-4.
26. CDC/NCHS/WHO. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics. CDC growth charts: United States. Available from: <http://www.cdc.gov/growthcharts/>. [2007 jul 13].
27. Prista A, Maia JA, Beunen G, Damasceno A. Saúde, crescimento e desenvolvimento. Um estudo epidemiológico em crianças e jovens de Moçambique. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 2002.
28. Maia JA, Prista A, Marques AT, Lopes V, Saranga S. Estudo univariado e multivariados dos níveis de aptidão física. Efeitos da maturação biológica, do tamanho do corpo, do estatuto socioeconómico e da percentagem de gordura corporal. In: Prista A, Maia JA, Saranga S, Marques AT, editores. Saúde, crescimento e desenvolvimento. Um estudo epidemiológico em crianças e jovens de Moçambique. Fundação Calouste Gulbenkian; 2002. p.49-69.
29. Nhantumbo L, Prista A, Conn C, Jani I, Samugudo E, Saranga S, et al. Physical activity and fitness related to nutritional status in rural area African school-aged children from Mozambique (Abstract). *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(5):S269.
30. Jaric S, Mirkov D, Markovic G. Normalizing physical performance tests for body size: a proposal for standardization. *J Strength Cond Res* 2005;19(2):467-74.

#### Endereço para correspondência

Doutor Leonardo Nhantumbo  
Faculdade de Educação Física e  
Desporto da Universidade Pedagógica  
Av. Eduardo Mondlane, 955, Cidade  
de Maputo, Moçambique  
C.P. 2107, Maputo, Moçambique  
E-mail: leonhantumbo@gmail.com