



Universidade do Porto
Faculdade de Desporto



**Factores Genéticos e Ambientais no Crescimento
Somático, Padrão de Adiposidade, Somatótipo e
Aptidão Física**

*Um estudo em famílias nucleares da região rural de Calanga-
Moçambique*

Sílvia Pedro José Saranga

2007



Universidade do Porto

Faculdade de Desporto



Factores Genéticos e Ambientais no Crescimento Somático, Padrão de Adiposidade, Somatótipo e Aptidão Física

*Um estudo em famílias nucleares da região rural de Calanga-
Moçambique*

Dissertação apresentada às provas de Doutoramento no ramo de
Ciências do Desporto, nos termos do Decreto Lei nº 216/92 de
13 de Outubro

Sílvio Pedro José Saranga

Orientador: Prof. Doutor José António Ribeiro Maia

Co-Orientador: Prof. Doutor Jorge Macedo Rocha

Porto, 2007

Saranga, SPJ (2007): Factores genéticos e ambientais no crescimento somático, padrão de adiposidade, somatótipo e aptidão física. Um estudo em famílias nucleares da região rural de Calanga-Moçambique. Dissertação apresentada às provas de doutoramento. Faculdade de Desporto. Universidade do Porto. Porto – Portugal

Palavras-chave: Epidemiologia Genética, Famílias Nucleares, Fratrias, Crescimento Somático, Desenvolvimento Físico-Motor, Calanga, Moçambique

***“O homem é o produto da sua vontade. Então, antes de mais nada,
ele será resultado de seu próprio progresso”.***

Jean-Paul Sartre

À Amélia

À Carina e ao Sílvio Jr.

Índice

Índice	I
Agradecimentos	III
Abreviaturas	VII
Resumo	IX
Abstract	XI
Resumé	XIII
Capítulo 1	
<i>Introdução</i>	I
Capítulo 2	
<i>Crescimento somático na população africana em idade escolar: Estado actual do conhecimento</i>	17
Capítulo 3	
<i>Composição corporal em populações africanas: Uma perspectiva epidemiológica</i>	39
Capítulo 4	
<i>Similaridade familiar em características antropométricas numa população rural de Moçambique: estimativa de efeitos genéticos e ambientais</i>	67
Capítulo 5	
<i>Padrão de adiposidade subcutânea em fratrias da população escolar da localidade rural de Calanga – Moçambique: Um estudo de Genética Quantitativa</i>	87
Capítulo 6	
<i>As semelhanças inter-fratrias nas componentes do somatótipo numa comunidade rural Moçambicana: Influência dos aspectos genéticos e ambientais</i>	105
Capítulo 7	
<i>Semelhança fraterna nos níveis de aptidão física. Um estudo na população rural de Calanga, Moçambique</i>	123
Capítulo 8	
<i>Conclusões Finais</i>	143

Agradecimentos

Ao fim de quatro anos é uma experiência gratificante ver terminada a minha Tese de Doutoramento. Aprendi muito, mas tenho consciência que “nada sei” e muito tenho ainda por aprender. “O sonho comanda a vida”, foi atrás de um sonho que se tornou realidade graças à minha vontade de vencer e à ajuda de muitas pessoas, às quais estarei para sempre grato.

Ao meu orientador, Professor José Maia, vão as minhas primeiras palavras de apreço pelo acompanhamento constante de todo o trabalho, apoiando e desafiando-me ao longo de todo o processo de elaboração da tese. Os seus ensinamentos e estímulos, mas também as críticas e sugestões sempre pertinentes e direccionadas para os objectivos centrais do estudo, a disponibilidade e presteza permanente, a capacidade de produzir trabalho e a procura de novas metas, o rigor epistemológico e o elevado grau de exigência, a capacidade de enriquecimento científico e um certo inconformismo perante a evolução da ciência são algumas das principais marcas da sua personalidade. **Muito Obrigado Professor.**

Ao Professor Jorge Rocha, por ter aceite sem hesitação a co-orientação deste trabalho. Agradeço a sua disponibilidade, as suas críticas cirúrgicas e a ajuda em tornar simples aquilo que à partida parecia ser complicado. O seu elevado grau de exigência e a enorme capacidade científica são atributos que procuro apropriar.

Ao Professor António Prista, a quem devo parte significativa da minha formação académica e pessoal, quer durante o ensino médio e no processo da licenciatura, bem como orientador da licenciatura, do mestrado, por tudo isso e pelas críticas e sugestões neste trabalho, pelo permanente estímulo, vai o meu agradecimento sincero. Tudo farei para no futuro continuar a ser digno da amizade e confiança cultivada ao longo destes anos de convívio. **Kanimambo Tatana Prista.**

Ao Professor Jorge Bento quero agradecer a forma como me fez sentir bem-vindo na FADE-UP e o exemplo de dedicação, a FADE e à Ciência.

Ao Professor António Teixeira Marques, é difícil exprimir aqui todo o reconhecimento que lhe é devido. Não é possível esquecer a sua total disponibilidade, os valiosos ensinamentos e a amizade com que sempre me acolheu. O meu profundo agradecimento.

Ao Professor Gaston Beunen, da Katholieke Universiteit Leuven. Leuven – Belgium. À Professora Sarah Wiliam Balangero da Southwest Foundation for Biomedical Research. San Antonio, Texas – USA, agradeço a vossa colaboração em diversas fases deste trabalho.

À Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, que me acolheu no seu seio e da qual muito me orgulho de ter sido um dos seus discípulos. Para mim a melhor Faculdade do Mundo.

À Universidade Pedagógica, minha promissora escola, por ter suportado financeiramente a realização deste trabalho.

Aos Professores Alberto Carlos Amadio, Adroaldo Gaya e Go Tani, pela amizade e oportunidade concedida em realizar estágio na Universidade de São Paulo e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, bem como a hospitalidade e a grande amabilidade que sempre me foi dispensada.

Aos Professores Amândio Graça, Paulo Santos e Duarte Freitas pela amizade, pelo interesse manifesto e pelo encorajamento constante.

Ao Professor Rui Garganta os meus sinceros agradecimentos pela sua amizade, incentivo, sugestões e os (muitos!) momentos de bom humor que passei no laboratório de Cineantropometria.

Ao Mestre André Seabra e ao Mestre João Vinagre pela amizade e prestimosa colaboração na partilha de conhecimentos e na aventura de Calanga.

Ao Mestre Leonardo, pelos conselhos, ajuda constante e amizade. As suas sugestões foram muito importantes.

Aos meus companheiros brasileiros na grande aventura do doutoramento, Doutor Cássio Meira, Doutor Jerry Ribeiro, Mestre Flávio Castro pelo carinho que me dispensaram, em particular ao casal Doutor Renato Soares e Mestre Alexandra Soares, sou-lhes eternamente grato pela hospitalidade e generosidade com que me acolheram.

Ao Dr. Custódio Boane e ao Eng. Américo Dimande pela amizade e cumplicidade, assim como pelos inesquecíveis momentos de camaradagem e divertimento.

Ao Dr. Joaquim Armando e a Dra. Rosa Oliveira pela enorme colaboração e ajuda em todos os aspectos administrativos que envolveram o meu processo de doutoramento.

Aos companheiros do Laboratório de Cineantropometria, Dr. Alcibíades Bustamante, Dr. Rogério Ferimino, Dr^a. Simonete Silva, Dr^a. Sónia Vidal, Dr^a. Sara Almeida, Dr. Manuel Campos, Dr^a. Renata Deus e Dr^a Rita Miranda muito obrigado pelo excelente ambiente de amizade e cumplicidade que vivemos, cheio de boas recordações.

Aos companheiros do Laboratório de Genética Evolução e Patologia do IPATIMUP, em especial à Mestre Margarida Coelho, à Doutora Susana Seixas, à Doutora Sandra Beleza e ao Dr. João Pedro, sou-lhes eternamente grato pela hospitalidade e generosidade com que me acolheram.

A todos os pais, crianças e jovens da localidade de Calanga, pois sem a sua participação este trabalho não teria sido possível, dirijo um agradecimento especial.

Ao Mestre Mussá Tembe e ao Dr. Baptista Chemane, pela amizade, agradeço a disponibilidade demonstrada no trabalho de campo.

Um profundo e sentido agradecimento é devido à equipa de trabalho de campo, nomeadamente: ao Dr. Ernesto Macongonde meu amigo e nosso médico, ao Sr Cossa nosso “grande motorista”, aos colaboradores: Abel, Aclino, Alexandre, Aurélio, Alcina, Celso, Chico, Terno, Dionísio, Fernanda, Ilídio, Lurdes, Melba, Nandolas, Mariza, Mussagy, Netinho, Quirênia, Ray, Taíbo, porque os reconheço como locomotiva para o desenvolvimento deste projecto. O inabalável espírito missionário revelado face às dificuldades permanentes em termos de condições de trabalho e de alojamento, a riqueza que constituiu para nós os momentos passados juntos foram uma referência de humildade e vontade que nos marcou indelevelmente.

Aos funcionários da minha Faculdade, nomeadamente: Jacinta, Isília, Geraldo e Fátima, ao pessoal administrativo da Universidade Pedagógica em particular a Dr^a. Inocência Manuel e Eulália pelo interesse e apoio nos trâmites administrativos.

Aos funcionários dos serviços de secretaria, biblioteca, reprografia, informática e bar da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, nomeadamente: Maria Matos, Susana Teixeira; Pedro Novais, Virgínia Pinheiro, Mafalda Pereira, Sr. Marinho, Engenheiros André e Michel e Dona Manuela Santos por terem estado sempre disponíveis para me ajudar.

Aos meus pais, por tudo.

Abreviaturas

ACP	Análise em componentes principais
c^2	Variância do ambiente comum
cm	Centímetros
CDC	Centro de Controlo de Doenças
dp	Desvio padrão
e	Envolvimento
e^2	Variância do envolvimento único
ESE	Estatuto socio-económico
EUA	Estados Unidos da América
et al	Colaboradores
g	Genótipo
h^2	Heritabilidade
i	Interacção
i.e.	Isto é
IMC	Índice de Massa Corporal
M	Média
nr reps.	Número de repetições
OMS	Organização Mundial da Saúde
p	Valor de prova
p	Fenótipo
r	Coefficiente de Correlação
se	erro padrão
sec	Segundos
\sum das 6 pregas	Soma das seis pregas de adiposidade
\sum das pregas das extremidades	Soma das pregas das extremidades
\sum das pregas do tronco	Soma das pregas do tronco
t	Transmissibilidade
V_e	Variância ambiental
V_i	Variância da interacção
V_p	Variância fenotípica
V_g	Variância genética
Kg/f	Kilogramos força
WHO	World Health Organization

Resumo

Estudos em famílias nucleares e com fratrias no âmbito da Epidemiologia Genética proporcionam uma oportunidade ímpar de compreender as causas subjacentes à variação observada em distintos traços ou fenótipos como os do crescimento somático, padrão de adiposidade, somatótipo e aptidão física. Contudo, estudos sobre a influência dos factores genéticos e ambientais nestes fenótipos em países em transição e com deficiências nutricionais são escassos. A presente dissertação pretende contribuir para o preenchimento dessa lacuna. Para esse efeito realizamos quatro estudos empíricos com os seguintes objectivos globais: (1) determinar a magnitude da influência genética em diferentes indicadores do crescimento somático de famílias nucleares de uma população rural moçambicana; (2) avaliar e descrever a relevância de aspectos de variabilidade genética e sócio-cultural na composição corporal, somatótipo e desenvolvimento físico-motor de crianças e jovens daquela população. Para o efeito foram tomadas, em técnicas padronizadas por Lohman et al. (1988), medidas somáticas que incluíram a altura, peso, pregas de adiposidade, diâmetros, circunferências e testes de aptidão física recolhidos das baterias da AAHPERD (1980) e EUROFIT (1988), tendentes a avaliar o crescimento somático, padrão de adiposidade, somatótipo e aptidão física, numa população de 139 famílias nucleares com um total de 50 pais, 56 mães e 278 filhos (142 rapazes e 136 raparigas), pertencentes à localidade de Calanga, uma região rural isolada, desprovida de vias de comunicação, energia eléctrica, água canalizada e saneamento. A análise da estrutura dos “*pedigrees*” e as estimativas de hereditariedade foram realizadas recorrendo, respectivamente, aos programas PEDSTAT e S.A.G.E. Dos resultados encontrados nesses estudos salientamos as seguintes conclusões: (1) nas características antropométricas, observou-se uma maior agregação entre cônjuges, do que entre pais e filhos. Na relação entre irmãos do mesmo sexo e irmãos de sexo oposto o nível da agregação familiar foi baixo, sugerindo uma influência distinta do ambiente nos diferentes elementos das famílias nucleares. Os factores genéticos foram responsáveis pela variabilidade familiar na altura, peso, altura sentado, prega tricipital, prega geminal, soma das pregas, perímetro do braço relaxado e perímetro do braço tenso. Contrariamente, no índice de massa corporal, prega abdominal e perímetro geminal a variação é explicada por causas ambientais; (2) nos padrões de adiposidade, uma fatia significativa das diferenças encontradas, entre irmãos, se deve a factores genéticos partilhados no seio de cada família; (3) no somatótipo, a variância explicada pelos factores genéticos nas suas mais distintas componentes, situou-se entre os 30% e 40%. As irmãs evidenciam maior agregação entre si do que os irmãos e irmãos de sexo oposto; (4) na aptidão física a relevância dos efeitos genéticos a governarem as diferenças inter-individuais fizeram-se sentir na flexibilidade, na capacidade aeróbia e na força explosiva dos membros inferiores. Nos restantes fenótipos, i.e., força dos membros superiores, força de prensão, resistência abdominal e

agilidade, os resultados sugerem que a maior porção da variabilidade pode ser explicada por factores ambientais não transmissíveis dentro das famílias nucleares relacionados com actividades de subsistência familiar.

Palavras-chave: Famílias, fratrias, crescimento somático, padrão de adiposidade, somatótipo, aptidão física.

Abstract

Researches on nuclear families in the domain of Genetic Epidemiology are providing an important contribution to the understanding of variation in different phenotypes such as growth, adiposity pattern and fitness. However, studies on the influence of genetics and environment on these phenotypes in transition countries with nutritional deficiencies are scarce. The present dissertation aims to (1) determine the magnitude of genetic influence on somatic growth indicators in nuclear families in a rural population from Mozambique and (2) to describe and interpret the relevance of genetics and socio cultural characteristics to body composition, somatotype and motor development in rural African children and adolescents. In order to determine somatic dimension, height, weight, skinfolds, girths and circumferences were measured using standardized protocols from Lohman et al. (1988). A battery of Physical Fitness tests was also carried out, using AAHPERD (1980) and EUROFIT (1988) protocols. The sample was composed of 139 nuclear families, and included 50 adult male parents, 56 adult female parents and 278 children (142 boys; 136 girls). All subjects were from Calanga, an isolated rural area in Mozambique with no roads, energy or tap water. PEDSTAT and S.A.G.E. software were used to analyse pedigrees structure and to estimate heritability coefficients, respectively. From the results of the study the follow conclusions can be drawn: (1) regarding anthropometrics, aggregation among spouses was found to be higher than between parents and their children. Aggregation between brothers, of both and opposite sexes, was very low, suggesting a distinct environmental across the members of nuclear families. Genetic factors explain familial variability in height, weight, sitting height, triceps and calf skinfolds and arm circumference. In contrast, Body Mass Index, abdominal skinfold and calf circumference are explained by environmental factors; (2) regarding patterns of adiposity, genetic factors explained an important part of the variation among siblings; (3) regarding somatotype, 30 to 40% of the variation was explained by genetic factors. Higher aggregation was observed among sisters than among brothers and between brothers and sisters; (4) regarding fitness, genetic influence was significant on flexibility, aerobic endurance and explosive power of the lower limbs. For the others phenotypes, i.e., upper limb strength, handgrip strength, abdominal endurance and agility, environmental factors related to survival activities were mainly responsible for the variability.

Key Word: Families, sibships, somatic growth, adiposity patterns, somatotype, physical fitness

Resumé

Études accomplies sur familles nucléaires et avec fratries au contour de l'Épidémiologie Génétique offrent une opportunité impaire pour comprendre les matières sous-jacentes à la variation observée dans les traces différents ou phénotypes comme ceux du grandissement somatique, ceux des modèles d'adiposité, ceux du fitness. Néanmoins, des études sur l'influence des facteurs génétiques et environnementaux dans les pays de transition et avec des défauts nutritionnels ont été rares. La présente dissertation a le but de contribuer pour remplir cette omission, et pour accomplir cette tâche quatre études empiriques sont effectués avec des objectives globaux suivantes : (1) déterminer la magnitude de l'influence génétique sur les différents indicateurs du grandissement somatique au sein des familles nucléaires d'une population rurale mozambicaine et (2) estimer et décrire l'importance d'aspects de variabilité génétique et socio-culturelle sur la composition corporelle, somatique et développement physico-moteur des enfants et jeunes relatives à celle population. À telle fin que de raison, en suivant les techniques standardisées par Lohman et al. (1989), mesures somatiques ont été remis en comptant l'hauteur, le poids, les plis d'adiposité, diamètres circonférences et des testes de capacité physique recuis des batteries AAHPERD (1980) et EUROFIT (1988), capables d'estimer la croissance somatique, le modèle d'adiposité, la fitness dans une population de 139 familles dans un total de 50 parents, 56 mères et 278 fils (142 garçons et 136 filles). Les sujets appartiennent à Calanga, région rurale isolée, privée des vies de communication, énergie électrique, de l'eau canalisée et assainissement. L'analyse de la structure des «pedigree» et les calculs d'hérédité ont été performés avec l'aide des programmes PEDSTAT et S.A.G.E. Des résultats trouvés on détache les conclusions suivantes : (1) dans les caractéristiques anthropométriques, on a observé une plus grande agrégation entre conjoints en rapport parmi parents et fils. Chez frères du même sexe et frères du sexe opposé le niveau de l'agrégation familiale a été inferieur, en proposant une influence indépendante de l'environnement dans les différents éléments des familles nucléaires. Les facteurs génétiques ont été responsables pour la variabilité familiale en concernant l'hauteur, le poids, l'hauteur en position reposée, la pli tricipitale, la pli geminale, la total des plis, périmètre du bras en repos et périmètre du bras en tension. Contrairement, dans l'IMC, la variation sur le pli abdominal et le périmètres geminale est exposée a travers de raisons en concernant l'environnement ; (2) dans les modèles d'adiposité, une portion significative des différences trouvées parmi frères, a son origine à cause de facteurs génétiques partagés dans le sein de chaque famille; (3) dans le somatotype, la variation à cause des facteurs génétiques en contemplant ses composants distincts c'est située parmi 30% et 40%. Les sœurs mettent en évidence une plus grande agrégation parmi elles mêmes et les frères et les frères du sexe opposé ; (4) dans la capacité physique l'avantage des effets génétiques qui règlent les différences inter individuelles sont aperçus dans la flexibilité,

au niveau de la capacité aérobie et dans la force explosive des membres inférieures. Relativement aux autres phénotypes, par exemple la force des membres supérieurs, force de préhension, résistance abdominale et agilité, les résultats proposent que la plus grande variabilité peut être expliquée à cause des facteurs d'environnement non transmissibles au sein des familles nucléaires et qui rapportent à activités de subsistance familiale.

Mot-clé: Ressemblances familiales, familles, fratries, grandissement somatique, modèle d'adiposité, somatotype, capacité physique

I - PARTE INTRODUÇÃO

Capítulo 1

Introdução Geral

Introdução geral

O interesse pelas questões do crescimento somático e desenvolvimento físico-motor não é uma manifestação recente da investigação Auxológica. Esta matéria faz parte do domínio inquisitivo da Antropologia Física desde da sua génese, isto é, desde meados do século dezoito, altura em que algumas das suas principais preocupações eram basicamente anatómicas e de avaliação corporal (Bogin and Varela-Silva, 2003; Malinowski and Wolanski, 1985). O domínio Auxológico constitui um olhar simultaneamente descritivo e lógico-dedutivo dos aspectos estruturais e funcionais do crescimento e desenvolvimento físico-motor. Um dos seus olhares centra-se em padrões normativos, considerando a forte diversidade biológica da nossa espécie, i.e. uma visão populacional dirigida para a forte variabilidade inter-individual. Alguns dos seus estudos têm procurado mostrar a associação estreita entre a dimensão corporal, mormente a estatura, e medidas de carácter socio-económico. Um dos exemplos mais claros é dado pelas implicações das assimetrias da distribuição da renda nacional nos padrões de crescimento e desenvolvimento (Komlos, 1994; Smith et al., 2003; Steckel, 1983). Tanner (1986) e Frisancho et al. (2001) resumem bem esta dependência, quando referem que o crescimento somático das crianças e jovens é um indicador excelente do modo como são tratadas, i.e. da qualidade e justiça da realidade histórica e social de cada país. A Organização Mundial da Saúde WHO (1990), Cameron (1991) e Yach (1994) reforçam esta posição ao afirmarem que o crescimento e o desenvolvimento psicomotor são internacionalmente reconhecidos como indicadores altamente sensíveis ao mostrar, também, o estado de saúde das crianças de um qualquer país.

De igual modo, níveis elevados de aptidão física e actividade física parecem desempenhar um papel importante na prevenção, manutenção e melhoria da capacidade funcional de um qualquer indivíduo. É pois possível considerar que uma “saúde física adequada” parece ser um factor tradutor da produtividade, sobretudo naquilo que caracteriza a capacidade de realizar trabalho (Parizkova,

1980; Spurr, 1988). Nos países de transição sócio-demográfica e nutricional é fortemente exigido, para um grande estrato da população e por questões de “sobrevivência individual”, uma grande disponibilidade física para realizar tarefas do cotidiano, muito exigentes do ponto de vista do dispêndio energético. Ainda que cruze um espaço substancial da Antropologia Física e da Biologia Humana, as questões nucleares dos papéis relativos da hereditariedade e do ambiente nas mais variadas características somáticas e de desenvolvimento físico-motor têm atraído uma atenção especial por parte de Auxologistas (Eiben, 2006; Lawrence and Kristen, 2002; Martorell et al., 1977; Silventoinen, 2003; Towne and Demerath, 2002). Não obstante a solidez informacional proveniente de países desenvolvidos acerca do crescimento somático, composição corporal e desenvolvimento físico-motor das populações, o entendimento dos processos subjacentes ao seu desenvolvimento harmonioso, bem como a influência dos determinantes genéticos e ambientais está longe de estar completo e fechado. É pois reclamada uma “abertura” no olhar que cruze informação proveniente da Biologia Humana, da Auxologia, da Genética, da Antropologia Física, da Epidemiologia e das Ciências do Desporto. Trata-se, na essência, de uma proposta de visão que reclama, de certo modo, um olhar integrador, que possibilite, entre outras coisas, algum esclarecimento acerca do estado de saúde individual e populacional.

Um forte corpo de evidências demonstrou que o continente africano teve um papel fundamental na origem e evolução do Homem anatomicamente moderno (Tishkoff and Williams, 2002). Esta constatação é considerada como uma das conclusões mais importantes dos estudos sobre a variabilidade genética das populações humanas (Tishkoff and Williams, 2002). Apesar da sua relevância na evolução humana, a diversidade genética das populações africanas ainda não foi estudada com a profundidade desejada. Para inverter esta realidade, é necessário que a genética humana passe a ser integrada em estudos multidisciplinares que tenha em vista o conhecimento da diversidade biológica de populações africanas provenientes de diferentes regiões geográficas e distintos meios sócio-culturais.

Pelas suas características específicas, o continente africano tem sido reconhecido como um território singular no seu potencial como região de estudo no domínio do crescimento somático, composição corporal e desenvolvimento físico-motor.

É nesse contexto que em Moçambique a investigação epidemiológica tem vindo a ser realizada envolvendo, normalmente, os domínios do crescimento somático, da composição corporal, da aptidão física e da actividade física (Martins, 1971; Muria et al., 2000; Prista et al., 2002; Prista et al., 1997; Saranga et al., 2002). Estas pesquisas têm-se limitado a estudos transversais, descritivos e correlacionais apenas em populações urbanas de Maputo, o que dificulta a generalização dos seus resultados à escala nacional. Não obstante as suas limitações, esta investigação tem fornecido dados relevantes, bem como tem levantado grandes questões de pesquisa que a tornaram referência obrigatória. Reclama-se, pois, em investigações da realidade moçambicana, um questionamento acerca do processo de crescimento somático e desenvolvimento físico-motor a partir de um enquadramento que ligue de modo muito explícito informação genética e ambiental. Uma parte desta preocupação encontra suporte nas sugestões de Cameron (1991) quando refere que nos países em desenvolvimento, o crescimento somático e desenvolvimento físico-motor das crianças e jovens segue um padrão comum com variações locais dependendo das circunstâncias sociais, estado nutricional e grau de urbanização.

É um facto indesmentível que uma qualquer característica ou traço bio-comportamental expresso de modo qualitativo ou quantitativo, evidencia uma forte variação no seio da população, traduzindo a presença de diferenças interindividuais marcantes (Bouchard et al., 1997). Um terreno fértil de conceitos e metodologias para pesquisar o alcance das diferenças interindividuais num traço métrico humano qualquer é a Epidemiologia Genética, que se preocupa essencialmente com a análise da distribuição familiar de características com vista ao entendimento das possíveis bases genéticas que a influenciam.

Na pesquisa em Epidemiologia Genética o conceito de heritabilidade (h^2) é de máxima importância. A heritabilidade de um determinado fenótipo é definida como a razão entre a variância genética e a variância fenotípica total (Plomin et al., 2000). Procura traduzir em que medida, numa dada população, as diferenças genéticas inter-individuais influenciam a variabilidade de uma característica. A heritabilidade pode variar entre 0% (ausência de influência de factores genéticos) e 100% (influência exclusiva de factores genéticos). Qualquer traço ou fenótipo (p) é resultado da influência de factores genéticos (g), do envolvimento (e) e da sua interacção (i). De acordo com a teoria de genética clássica quantitativa, a variação observada num determinado fenótipo (V_p) pode ser expressa pela soma da variação genética (V_g) e ambiental (V_e) e sua interacção (V_i). Na generalidade dos estudos assume-se que V_i é negligenciável, pelo que: $V_p = V_g + V_e$ e que $h^2 = V_g / V_p$ (Falconer and Mackay, 1996; Lynch and Walsh, 1998; Vogel and Motuski, 1989). A heritabilidade é uma estimativa populacional, não se aplicando a nenhum sujeito em particular (Plomin et al., 2000).

Na investigação em Epidemiologia Genética são utilizados, geralmente, três tipos de delineamentos: (1) os que recorrem a famílias com um grau distinto de extensão, em que se procura estabelecer padrões de agregação de determinadas características fenotípicas; (2) os que se servem da informação gemelar procurando obter estimativas sobre o papel dos factores genéticos e do ambiente na etiologia de várias características, principalmente de âmbito multifactorial e (3) o que dirige o seu olhar à pesquisa de adopção, em que se analisa a importância relativa da herança genética e da partilha de factores sócio-culturais da família (Borges-Osório and Robinson, 2001; Faraone et al., 1999; Jenkins, 2003; Rice and Borecki, 2001). O que se designa geralmente por ambiente pode ser conceptualizado através de dois componentes: o ambiente partilhado, em que os factores ambientais (sobretudo intra-familiares) são comuns aos vários membros da família; e ambiente especial e próprio de cada indivíduo, não partilhado pelos familiares (Macedo and Azevedo, 2001). Assim, teoricamente

tanto os genes como o ambiente partilhado podem contribuir para a semelhança fenotípica, i.e, a agregação familiar de um traço.

Tal como em muitos outros domínios da Biologia Humana, a compreensão da variabilidade inter-individual e inter-populacional dos padrões de crescimento, da composição corporal e do desenvolvimento físico motor depende da nossa capacidade em relacionar aspectos da herança biológica de cada indivíduo com os efeitos do ambiente em que ele vive. Este problema é de muito difícil resolução, tendo em conta que a interação entre factores sócio-culturais e biológicos é complexa e difícil de destrinçar. Os estudos de Epidemiologia Genética de características complexas como as referidas anteriormente podem ter grande utilidade, porque permitem identificar a extensão da heterogeneidade humana, quantificar a agregação familiar, estabelecer valores de heritabilidade, definir padrões de transmissibilidade, testar diferenças inter populacionais na exposição a factores ambientais de risco, no nível socio-económico, na localização geográfica ou na proveniência etnolinguística (Plomin et al., 1990). A possibilidade de avaliar o grau de proximidade genética entre as diferentes populações, e determinar objectivamente se os padrões de correlação observados correspondem a níveis significativos de diferenciação biológica, constitui um instrumento fundamental a ter em conta na interpretação dos resultados e na validação das suas conclusões (Barbujani, 2000; Sokal et al., 1997). Por exemplo, se duas populações expostas a factores ambientais semelhantes apresentarem padrões de crescimento somático distintos, variadas respostas à actividade física ou distintos perfis de indicadores de risco de doenças cardiovasculares, a observação de que essas populações diferem na sua estrutura genética global constituirá uma forte indicação de que poderá haver uma influência de factores hereditários na distribuição das variáveis analisadas. Pelo contrário, se o nível de diferenciação genética inter populacional for muito reduzido e houver flutuações significativas dos factores ambientais, muitas vezes associados a diferenciações culturais e socio-económicas, é natural que a

distribuição das variáveis de interesse não seja maioritariamente devida a factores hereditários e possa ser explicada com base nas diferenças ambientais.

Nos países em vias de desenvolvimento, as deficiências nutricionais e as doenças infecciosas continuam a ser as principais causas da mortalidade infantil e o impacto das patologias hereditárias não foi ainda avaliado com rigor (WHO, 1999). No entanto, à medida que as condições vão melhorando, como já acontece em alguns países, é natural que o peso relativo das doenças hereditárias comece a fazer-se sentir (Alwan and Modell, 2003; WHO, 1999). Nestes países, os estudos epidemiológicos que procuram compreender as influências dos determinantes genéticos no crescimento somático, composição corporal e desenvolvimento físico-motor são insignificantes quando comparados com os de avaliações dos impactos dos factores ambientais.

Diferentes autores (Macedo and Azevedo, 2001; Towne and Demerath, 2002; Towne et al., 2002) referem cinco grandes ordens de razões que parecem sustentar esta realidade: (1) a necessidade de concentrar a atenção e os recursos em questões prioritárias como a subnutrição e as doenças infecciosas; (2) a formação insuficiente em genética humana dos estudiosos das áreas que geralmente se ocupam com a temática do crescimento e desenvolvimento físico motor; (3) a falta de colaboração entre os investigadores de orientação genética e os de orientação ambiental, daqui que não se tenha efectuado a ponte necessária entre as duas áreas de conhecimento; (4) a ideia incorrecta de que os estudos genéticos são excessivamente dispendiosos e necessitam de laboratórios e tecnologia muito sofisticada; (5) a necessidade de obter amostras de grandes dimensões constituídas por indivíduos aparentados.

Sem colocar em causa a necessidade imperiosa de concentrar os recursos na melhoria das condições nutricionais e higiénicas, é necessário rectificar algumas concepções e reflectir mais detalhada e coerentemente sobre as vantagens que os países com menos recursos podem usufruir dos progressos recentes na área da Genética. Em primeiro lugar, a análise da diversidade genética humana pode ser relevante para as próprias áreas de saúde pública actualmente consideradas prioritárias. Em segundo lugar, a transição demográfica que se vem registando em muitos países mais pobres, caracterizada pela urbanização crescente, adopção acelerada de hábitos dos países industrializados, e nalguns casos, melhoria das condições higiénicas, terá como consequência um aumento progressivo da importância das doenças hereditárias de natureza multifactorial (Alwan and Modell, 2003; Unwin et al., 2001; WHO, 1999).

Esta dissertação constitui uma contribuição para a compreensão da influência dos determinantes genéticos e ambientais em fenótipos do crescimento somático, da composição corporal, do somatótipo e da aptidão física. A reconhecida falta de estudos nesta matéria, situada na temática da Epidemiologia Genética, tendo como amostra famílias nucleares, crianças e jovens dos países de transição sócio-demográfica e nutricional, conduziu-nos a duas grandes questões:

1ª Qual é o contributo dos factores genéticos na explicação da variabilidade existente no seio das famílias nucleares relativamente aos indicadores do crescimento somático da população rural de Calanga?

2ª Até que ponto a variação no padrão de distribuição da gordura subcutânea, do somatótipo e da aptidão física de irmãos da população rural de Calanga são determinadas por factores genéticos e do envolvimento?

Com o intuito de dar resposta a estas questões, definimos os seguintes objectivos:

1. Determinar a magnitude da influência genética em diferentes indicadores do crescimento somático de famílias nucleares de uma população rural moçambicana da localidade de Calanga.

Estudos realizados nos países desenvolvidos confirmam a existência de estimativas de heritabilidade moderadas a elevadas nos diferentes indicadores do crescimento somáticos, o que inquestionavelmente aponta para uma forte componente genética a governar a variabilidade intra-familiar (Byard et al., 1985; Silventoinen, 2003; Silventoinen et al., 2000; Silventoinen et al., 2003). Os estudos que conseguimos localizar com populações de países de transição sócio-demográfica e nutricional reportam estimativas de heritabilidade abaixo do esperado, associadas ao *stress* ambiental próprio destes países (Arya et al., 2002; Roberts et al., 1978; Silventoinen, 2003)

2. Avaliar e descrever a relevância de aspectos de variabilidade genética e sócio-cultural na composição corporal, somatótipo e desenvolvimento físico-motor de crianças e jovens da localidade de Calanga.

Das pesquisas no domínio da Genética Quantitativa realizadas nos países desenvolvidos, emerge a ideia de que uma parte moderada a elevada da variabilidade populacional nos diversos fenótipos da composição corporal e do somatótipo são determinadas por factores genéticos, circunstância que concorre para uma importante agregação familiar (Hunt et al., 2002; Katzmarzyk et al., 2000a; Katzmarzyk et al., 2000b; Perusse et al., 2000; Rebato et al., 2000; Rice et al., 1997; Sánchez-André, 1995; Song et al., 1993; Song et al., 1994). A magnitude da contribuição dos factores genéticos e do envolvimento na determinação dos níveis de aptidão física continua controversa. A influência destes factores varia muito em função do fenótipo em análise (Bouchard et al., 1998; Bouchard et al., 1997; Katzmarzyk et al., 2001; Perusse et al., 1987a;

Perusse et al., 1987b). Acresce o facto da informação acerca dos efeitos genéticos a governar os níveis de aptidão física com base em baterias de testes de validade reconhecida não ser muito extensa (Katzmarzyk et al., 2001; Vasques, 2005). Considerando a circunstância de não se conhecerem estudos de determinantes genéticos com populações de países em desenvolvimento, fundamentalmente nos localizados na África Sub-Sahariana, a sua realização apresenta-se tão necessária quanto aliciante.

Estrutura do estudo

A dissertação foi estruturada de forma a responder adequadamente às questões e à extensão dos objectivos avançados. O presente estudo apresenta uma composição ligeiramente diferente da monografia usual. Foi elaborada a partir do designado “modelo escandinavo”. O capítulo um encerra os aspectos centrais da dissertação, faz a contextualização teórica, ilustra a pertinência e as razões que conduziram a sua realização; no capítulo dois e três são apresentados dois artigos de revisão que descrevem o quadro circunstancial do estado actual do conhecimento no âmbito do crescimento somático e da composição corporal com populações africanas; nos capítulos quatro a sete são referidos os estudos de natureza estreitamente empírica sobre o crescimento somático, composição corporal, somatótipo e aptidão física (ver Tabela 1). Finalmente, o capítulo oito apresenta as conclusões gerais da dissertação, manifesta um conjunto de implicações e perspectiva os eixos principais de desenvolvimento da investigação futura.

Todos os estudos são apresentados sob forma de artigo, e as referências bibliográficas relativas estão em concordância com as normas das revistas para as quais foram submetidos.

. **Tabela 1:** Estudos realizados e respectivos objectivos

II - PARTE	Estudos de revisão
Capítulo 2	<p>Crescimento somático na população Africana em idade escolar: Estado actual do conhecimento</p> <p>- Descrição dos trabalhos publicados com populações locais africanas, sistematizando os principais problemas e resultados, bem como perspectiva os eixos principais de desenvolvimento da investigação futura.</p> <p><i>Publicado na Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, Vol. 6, nº 1, 2006</i></p> <p>Sílvio Saranga, José Maia, Jorge Rocha, Leonardo Nhantumbo, António Prista</p>
Capítulo 3	<p>Composição corporal em populações africanas: Uma perspectiva epidemiológica</p> <p>- Sintetizar alguns dos aspectos relevantes da investigação epidemiológica sobre os diferentes valores da composição corporal de populações africanas.</p> <p><i>Aceite para Publicação na Revista Portuguesa de Saúde Pública. 25: 1 (2007) no prelo. (Portugal)</i></p> <p>Sílvio Saranga, Leonardo Nhantumbo, António Prista, Jorge Rocha, José Maia</p>
III - PARTE	Estudos empíricos
Capítulo 4	<p>Similaridade familiar em características antropométricas numa população rural de Moçambique: estimativa de efeitos genéticos e ambientais</p> <p>Familial clustering in somatic dimensions in rural population of Mozambique. Genetic and environmental effects.</p> <p>- Investigar a importância dos factores genéticos e ambientais nos distintos indicadores somáticos de famílias nucleares da região de Calanga, Moçambique.</p> <p><i>Artigo em preparação para revista Human Biology</i></p> <p>Sílvio Saranga, Leonardo Nhantumbo, António Prista, Gaston Beunen, Jorge Rocha, Sarah Williams-Blangero, José Maia</p>
Capítulo 5	<p>As semelhanças inter-fratrias nas componentes do somatótipo numa comunidade rural Moçambicana: Influência dos aspectos genéticos e ambientais</p> <p>Heritabilities of somatotype components in a population from rural Mozambique</p> <p>- Verificar a magnitude de agregação familiar nas três componentes do somatótipo com base num delineamento com irmandades; pesquisar a influência dos factores genéticos e ambientais nas componentes isoladas do somatótipo.</p> <p><i>Artigo submetido à revista American Journal of Human Biology (em revisão)</i></p> <p>Sílvio Saranga, Leonardo Nhantumbo, António Prista, Gaston Beunen, Jorge Rocha, Sarah Williams-Blangero, José Maia</p>

<p>Capítulo 6</p>	<p>Padrão de adiposidade subcutânea em fratrias da população escolar da localidade rural de Calanga – Moçambique: Um estudo de Genética Quantitativa.</p> <p>Quantitative genetic study of fat patterning in siblings from rural Calanga, Mozambique.</p> <p>- Determinar o grau de semelhanças em fratrias no padrão de distribuição da gordura corporal, e estimar a contribuição dos factores genéticos e ambientais responsáveis pela variação do padrão de gordura corporal das crianças e jovens da população rural de Calanga.</p> <p><i>Artigo em preparação para à revista Obesity</i></p> <p>Sílvia Saranga, Leonardo Nhantumbo, António Prista, Gaston Beunen, Jorge Rocha, Sarah Williams-Blangero, José Maia</p>
<p>Capítulo 7</p>	<p>Semelhança fraterna nos níveis de aptidão física? Um estudo na população rural de Calanga, Moçambique.</p> <p>- Identificar o nível de agregação dos irmãos nas distintas componentes da aptidão física;</p> <p>- Determinar a proporção da variabilidade observada em características complexas da aptidão física que é explicada por factores genéticos e ambientais em irmãos de idade escolar da população rural de Calanga.</p> <p><i>Artigo submetido à Revista Portuguesa de Antropologia</i></p> <p>Sílvia Saranga, Leonardo Nhantumbo, António Prista, Gaston Beunen, Jorge Rocha, José Maia</p>

Bibliografia

Alwan A, Modell B. 2003. Recommendations for introducing genetics services in developing countries. *Nature Reviews Genetics* 4(1):61-8.

Arya R, Duggirala R, Comuzzie AG, Puppala S, Modem S, Busi BR, Crawford MH. 2002. Heritability of anthropometric phenotypes in caste populations of Visakhapatnam, India. *Human Biology* 74(3):325-44.

Barbujani G. 2000. Geographic patterns: how to identify them and why. *Human Biology* 72(1):133-53.

Bogin B, Varela-Silva MI. 2003. Anthropometric variation and health: Biocultural modelo of human growth. *Journal of Children's Health* 1(2):149-172.

Borges-Osório MR, Robinson WM. 2001. *Genética Humana 2ª ed* Porto Alegre: Artimed Editora.

Bouchard C, Daw EW, Rice T, Perusse L, Gagnon J, Province MA, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Wilmore JH. 1998. Familial resemblance for VO₂max in the sedentary state: the HERITAGE Family study. *Medicine Science of Sports Exercise* 30(2):252-8.

Bouchard C, Malina RM, Pérusse L. 1997. *Genetic of Fitness and Physical Performance.* Champaign. Illinois: Human Kinetic Publishers

Byard PJ, Poosha DV, Satyanarayana M. 1985. Genetic and environmental determinants of height and weight in families from Andhra Pradesh, India. *Human Biology* 57(4):621-33.

Cameron N. 1991. Human growth, nutrition, and health status in Sub-Saharan Africa. *Yearbook of physical anthropology* 34:211-50.

Eiben OG. 2006. Growth Pattern: Heritability and Changes in Manifestation at the Turn of the Millennium. *International Journal of Anthropology* 21(1):5-23.

Falconer DS, Mackay TFC. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*, 4th ed. Harlow, UK: Longman.

Faraone S, Tsuang M, Tsuang D. 1999. *Genetics of Mental Disorders. A Guide for Students, Clinicians and Researchers.* New York: Guilford Press.

Frisancho A, Guilding N, Tanner S. 2001. Growth of leg length is reflected in socioeconomic differences. *Acta Medica Auxologica* 33:47-50.

Hunt MS, Katzmarzyk PT, Perusse L, Rice T, Rao DC, Bouchard C. 2002. Familial resemblance of 7-year changes in body mass and adiposity. *Obesity Research* 10(6):507-17.

Jenkins M. 2003. *A genética.* Lisboa: Publicações Europa-America, Lda.

Katzmarzyk PT, Gledhill N, Perusse L, Bouchard C. 2001. Familial aggregation of 7-year changes in musculoskeletal fitness. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences* 56(12):B497-502.

Katzmarzyk PT, Malina RM, Perusse L, Rice T, Province MA, Rao DC, Bouchard C. 2000a. Familial resemblance for physique: heritabilities for somatotype components. *Annals of Human Biology* 27(5):467-77.

- Katzmarzyk PT, Malina RM, Perusse L, Rice T, Province MA, Rao DC, Bouchard C.** 2000b. Familial resemblance in fatness and fat distribution. *American Journal of Human Biology* 12(3):395-404.
- Komlos J.** 1994. *Stature, Living Standards, and Economic Development*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lawrence MS, Kristen LK.** 2002. Environmental Effects on Growth. . In: Cameron N, editor. *Human Growth and Development*. San Diego: Academic Press. p 165-195.
- Lynch M, Walsh B.** 1998. *Genetic and Analysis of Quantitative Traits*. Massachussets Sinauer Associates, Inc. Publishers.
- Macedo AF, Azevedo MHP.** 2001. *Os Genes Que Pensam*. Coimbra: Quarteto
- Malinowski A, Wolanski N.** 1985. Anthropology in Poland - Teoria i Empiria w Polskej. *Szkole Antropologicznej* 11:35-69.
- Martins DM.** 1971. Height weight and chest circumference of children of different ethnic groups in Lourenço Marques, Mozambique, in 1965 with a note on secular trend. *Human Biology* 43(2):253-64.
- Martorell R, Yarbrough C, Lechtig A, Delgado H, Klein RE.** 1977. Genetic-environmental interactions in physical growth. *Acta Paediatrica Scandinavica* 66(5):579-84.
- Muria A, Prista A, Maia J.** 2000. Estudo da validade das medidas critério do Fitnessgram para a população escolar de Maputo. . In: Prista A, Marques A, Maia J, editors. *10 Anos de Actividade Científica*. . Lisboa.: Centro de Estudos e Formação Desportiva. p 94-101.
- Parizkova JIE.** 1980. Methodological Problems of Physical Assessment. In: M. Ostry GBaSS, editor. *Kinanthropometry II*. Baltimore: University Park Press. p 395-408.
- Perusse L, Leblanc C, Tremblay A, Allard C, Theriault G, Landry F, Talbot J, Bouchard C.** 1987a. Familial aggregation in physical fitness, coronary heart disease risk factors, and pulmonary function measurements. *Preventive Medicine* 16(5):607-15.
- Perusse L, Lortie G, Leblanc C, Tremblay A, Theriault G, Bouchard C.** 1987b. Genetic and environmental sources of variation in physical fitness. *Annals of Human Biology* 14(5):425-34.
- Perusse L, Rice T, Province MA, Gagnon J, Leon AS, Skinner JS, Wilmore JH, Rao DC, Bouchard C.** 2000. Familial aggregation of amount and distribution of subcutaneous fat and their responses to exercise training in the HERITAGE family study. *Obesity Research* 8(2):140-50.
- Plomin R, DeFries J, McClearn G, Rutter M.** 2000. *Behavioural Genetic*. 4th Edition. New York: Worth Publishers.
- Plomin R, DeFries JC, McClearn G.** 1990. *Behavioral Genetics: A Primer* W.H. . New York: Freeman & Company.
- Prista A, Maia J, Saranga S, Marques A.** 2002. *Saúde, Crescimento e Desenvolvimento: Um estudo epidemiológico em crianças e jovens de Moçambique* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

- Prista A, Marques AT, Maia JAR.** 1997. Relationship between physical activity, socioeconomic status and physical fitness of 8-15 year old youth from Mozambique. . American Journal of Human Biology. 9:449-57.
- Rebato E, Salces I, Rosique J, San Martin L, Susanne C.** 2000. Analysis of sibling resemblance in anthropometric somatotype components. Annals of Human Biology 27(2):149-61.
- Rice T, Daw EW, Gagnon J, Bouchard C, Leon AS, Skinner JS.** 1997. Familial resemblance for body composition measures: the HERITAGE Family Study Obesity Research 5(6):557-562.
- Rice TK, Borecki IB.** 2001. Familial resemblance and heritability. Advances in Genetics 42:35-44.
- Roberts DF, Billewicz WZ, McGregor IA.** 1978. Heritability of stature in a West African population. Annals of Human Genetic 42(1):15-24.
- Sánchez-André A.** 1995. Genetic and environmental influences on somatotype components: family study in a spanish population. Human Biology 5:727-738.
- Saranga S, Prista A, Maia J.** 2002. Mudança nos níveis de aptidão física em função de alterações políticas e sócio-económicas de 1992-1999. In: Prista A, Maia JAR, Saranga S, Marques AT, editors. Saúde, crescimento e desenvolvimento. Um estudo epidemiológico em crianças e jovens de Moçambique. Maputo.: Universidade Pedagógica de Moçambique, Universidade do Porto. p 71-88.
- Silventoinen K.** 2003. Determinants of variation in adult body height. Journal of Biosocial Science 35(2):263-85.
- Silventoinen K, Kaprio J, Lahelma E, Koskenvuo M.** 2000. Relative effect of genetic and environmental factors on body height: differences across birth cohorts among Finnish men and women. American Journal of Public Health 90(4):627-30.
- Silventoinen K, Sammalisto S, Perola M, Boomsma DI, Cornes BK, Davis C, Dunkel L, De Lange M, Harris JR, Hjelmberg JV.** 2003. Heritability of adult body height: a comparative study of twin cohorts in eight countries. Twin Research 6(5):399-408.
- Smith PK, Bogin B, Varela-Silva MI, Loucky J.** 2003. Economic and anthropological assessments of the health of children in Maya immigrant families in the US. Economic and Human Biology 1(2):145-60.
- Sokal RR, Oden NL, Rosenberg MS, DiGiovanni D.** 1997. Ethnohistory, genetics, and cancer mortality in Europeans. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 94(23):12728-31.
- Song TMK, Malina RM, Bouchard C.** 1993. Familial resemblance in somatotype. American Journal of Human Biology 5:627-630.
- Song TMKM, Perusse L, Malina RM, Bouchard C.** 1994. Twin resemblance in somatotype and comparisons with other twin studies. Human Biology 66(3):453-64.
- Spurr GB.** 1988. Body size, physical work capacity and productivity in hard work: Is bigger better. In: Weterlow (eds), Linear growth retardation in less developed countries. Nestle Nutrition 42:819-834.

- Steckel RH.** 1983. Height and per capita income. *Historical Methods* 16(1):1-7.
- Tanner JM.** 1986. Growth as a mirror for the conditions of society: secular trends and class distinctions. In: Demirijian A, editor. *Human Growth: A Multidisciplinary Review*. London: Taylor and Francis. p 3-34.
- Tishkoff SA, Williams SM.** 2002. Genetic analysis of African populations: human evolution and complex disease. *Nature Reviews. Genetics* 3(8):611-21.
- Towne B, Demerath EW.** 2002. The genetic epidemiology of growth and development. In: Cameron N, editor. *Human Growth and Development*. San Diego: Academic Press. p 103-137.
- Towne B, Blangero J, Parks JS, Brown MR, Roche AF, Siervogel RM.** 2002. Analytic approaches to the study of genetic influences on normal skeletal maturation; in Gilli G, Schell LM, Benso L, editors. *Human Growth from Conception to Maturity*. London, Smith-Gordon. p 113-123.
- Unwin N, Setel P, Rashid S, Mugusi F, Mbanya JC, Kitange H, Hayes L, Edwards R, Aspray T, Alberti KG.** 2001. Noncommunicable diseases in sub-Saharan Africa: where do they feature in the health research agenda? *Bulletin of the World Health Organization* 79(10):947-53.
- Vasques CMS.** 2005. Semelhanças familiares na actividade física, aptidão física e somatótipo. Um estudo em famílias nucleares e em pares de irmãos. Porto: Dissertação de Mestrado em Desporto para Crianças e Jovens. Faculdade do Desporto, Universidade do Porto.
- Vogel F, Motuski A.** 1989. *Human genetics, problems and approaches*. Second Edition. Berlin: Springer - Verlag.
- WHO.** 1990. The health of mothers and children: key issues in developing countries. . *Point of Fac Int* 70:1-4.
- WHO.** 1999. Report. Services for the management of genetic disorders and birth defects in developing countries.
- Yach D.** 1994. Health status and its determinants in South Africa. *Africa Health*. S5-S8.

II - PARTE ESTUDOS DE REVISÃO

Capítulo 2

***Crescimento somático na população Africana
em idade escolar:
Estado actual do conhecimento***

Sílvio Saranga, José Maia, Jorge Rocha, Leonardo Nhantumbo, António Prista
Publicado na Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, Vol. 6, n° 1, 2006

Crescimento somático na população Africana em idade escolar: Estado actual do conhecimento

Resumo

O desenvolvimento da investigação científica em torno do crescimento somático das populações tem-se justificado não só pela sua utilidade no âmbito da saúde pública e desenvolvimento humano, mas também pelo contributo que presta a diferentes domínios da ciência como seja a auxologia, a antropologia, a epidemiologia e a nutrição, entre outros. Porque se encontrar associado aos estudos das populações afectadas por condições higiénico-nutricionais adversas, o continente africano encontra particular interesse no seu desenvolvimento e aplicação. A presente revisão da literatura, ao tentar estabelecer o estado do conhecimento actual, pretende auxiliar os pesquisadores de populações africanas em idade escolar. A partir da consulta de bases disponíveis, foram seleccionados todos os artigos que versassem estudos realizados em África, com sujeitos em idade escolar e referindo diferentes aspectos do seu crescimento somático. Os estudos revistos revelam uma preocupação centrada em torno do significado antropobiológico do crescimento infantil-juvenil, nomeadamente na influência das condições sócio-económica no crescimento, sobretudo a partir de um enfoque diferencialista de meios e estratos socio-económicos distintos. Um outro aspecto de relevo reside no uso generalizado de normas internacionais para avaliar-estimar o estado nutricional, bem como a validade dos pontos de corte usualmente utilizados. Finalmente sugere-se abordagens mais amplas e diversificadas no entendimento da enorme variabilidade populacional. A epidemiologia genética, ou a genética de populações podem ser enfoques altamente promissores.

Palavras-chave: crescimento, crianças e jovens, África, saúde pública, epidemiologia.

Abstract

Scientific research in somatic growth has been justified by its utility in public health and human development as well as its major contribution to such fields as auxology, anthropology, epidemiology and nutrition. Since growth deficiencies are associated with adverse hygienic-nutritional conditions, the development and application of knowledge provided from auxology is increasing in Africa. The present literature review has been conducted in order to face the need of a systematisation of the few publications about growth in school age populations of Africa. All the papers cited in the available library database, which refers studies within this framework of research with school age African populations, have been included. The study of the bio-anthropological meaning of child growth, namely the socio-economic influence, seems to be the main concern. Another issue is the interpretation and validity of using international norms and cut-off points to classify nutritional status. The review also suggests that, facing some of the methodological and substantive limitations of such research and the recent development within the broad field of genetics, new approaches will come out in the near future to solve some of the most relevant research problems.

Key Words: growth, children and youth, Africa, public health, epidemiology.

Introdução

Âmbito, relevância e enquadramento

A literatura de cariz antropológico tem evidenciado, com muita frequência, o papel relevante do estudo do crescimento somático em populações desfavorecidas no âmbito da saúde pública, das avaliações nutricionais e do desenvolvimento pessoal. A infância e a pré-adolescência são considerados períodos sensíveis na vida do ser humano pelo que a informação circunstanciada e altamente detalhada do crescimento infantil é considerada como um excelente indicador de saúde, ao permitir o estabelecimento de padrões de vigilância do desenvolvimento da criança. Daqui que facilitem o diagnóstico do estado sanitário de populações com propósitos de intervenções adequadas ao nível das comunidades.

Os factores negativos que interfiram precocemente no processo de crescimento, tais como o hipotiroidismo ou a desnutrição, podem ter consequências a longo prazo (22). Uma análise adequada do crescimento permite despistar estes factores, identificar situações em que seja necessária intervenção clínica, bem como avaliar o seu sucesso. Para além deste domínio, em que se pode reduzir substancialmente diferentes aspectos da morbilidade infantil, a prestação de cuidados médicos baseados na monitorização do crescimento tem como objectivo estabelecer as condições ambientais que permitam à criança expressar o seu potencial genético de desenvolvimento.

Nos últimos 20 anos, um conjunto variado de estudos centrados em diferentes “lugares” de pesquisa (antropológico, auxológico, epidemiológico, clínico e nutricional) tem apontado de forma clara, o fosso enorme que separa os resultados de crescimento e desenvolvimento individual e colectivo dos países desenvolvidos, produto de condições sócio-económicas altamente favoráveis, dos que ocorrem nos países em desenvolvimento. Nestes últimos, as crises económicas, de carácter mais ou menos cíclico, conduziram a um

agravamento do estado nutricional e da saúde das populações, com fortes prejuízos da sua capacidade de produzir trabalho e fruir de uma vida activa e plena (45). Daqui que não seja surpreendente que o atraso no crescimento somático e desenvolvimento psicomotor das crianças dos países em desenvolvimento, com especial destaque para os da África Sub-Sahariana, seja estabelecido nos primeiros dois ou três anos de vida (1, 19, 42).

Este facto está geralmente associado a uma fraca vigilância pediátrica nestes países devido, entre outros factores, à falta de pessoal técnico e clínico qualificado e a um serviço de saúde deficiente. Olhando para a imensidão territorial e para a grande variabilidade das populações africanas, sobretudo no estrato etário mais jovem, pode afirmar-se, com alguma propriedade, que há relativamente poucos estudos acerca do crescimento e desenvolvimento das populações pertencentes à região Sub-Sahariana, particularmente em subgrupos populacionais rurais.

Esta lacuna reclama uma atenção única, se nos concentrarmos na enorme riqueza informacional que estas regiões têm, e que são de grande preciosidade para interpretação da variabilidade humana e suas implicações nos domínios da medicina, da educação e da qualidade de vida das populações. Devido à sua extraordinária diversidade étnica, geográfica e sócio-cultural, a que se associam manifestas assimetrias nos ritmos de desenvolvimento económico, as populações africanas podem ser vistas como experiências naturais em que é possível analisar e ponderar a influência dos diferentes factores que afectam os padrões de crescimento e desenvolvimento humanos.

Um olhar pela literatura sobre o crescimento e desenvolvimento em África mostra que há um défice considerável de estudos centrados nas zonas rurais que, juntamente com outras áreas não urbanizadas, concentram mais de 50% da população africana. Na sua maioria, os trabalhos de pesquisa têm sido realizados no âmbito da avaliação do estado nutricional, recorrendo a indicadores antropométricos. Por outro lado, as abordagens têm sido essencialmente

realizadas com crianças menores de 5 anos, dada a elevada taxa de mortalidade nesta faixa etária. De há alguns anos para cá, começa a notar-se uma tímida, mas emergente, preocupação no estudo da criança em idade escolar, incluindo as diversas fases pubertárias, de que são exemplo os trabalhos realizados por Davies et al. (11), Sellen (42) e Gillett e Tobias (14) na Tanzânia; Cameron et al. (6), Henneberg e Low (18) e Monyeke et al. (28), na África do Sul; Pawloski (32) no Mali, Zverev e Gondwe (54) no Malawi e finalmente em Moçambique por Martins (24); Prista (33, 34, 37); Muria (29), Saranga (41), Prista et al. (35, 36, 39). Neste trabalho é apresentada uma revisão bibliográfica dos estudos de crescimento realizados em países da África Sub-Sahariana em populações com idade escolar (Tabela 1).

A fim de sistematizar os principais tópicos abordados nestas pesquisas, a apresentação será dividida em duas áreas temáticas fundamentais: 1) significado regional e nacional dos padrões de crescimento e desenvolvimento, suas associações com indicadores de saúde e comparações com dados de referência internacional; 2) comparações entre os padrões observados em populações rurais e urbanas e em diferentes grupos sócio-económicos.

É objectivo do presente documento a descrição dos trabalhos publicados sobre estudos com populações locais africanas, a sistematização dos principais problemas e resultados, bem como a tentativa de perspectivar os eixos principais de desenvolvimento da investigação futura.

Variação regional dos padrões de crescimento e suas relações com dados de referência internacionais.

A altura e o peso são dois dos indicadores antropométricos de maior relevância na elucidação do estado nutricional, assumindo-se, geralmente, que desvios negativos do desenvolvimento estatura-ponderal de uma criança traduzem deficiência nutricional (33, 34, 36). Estes desvios, denominados de “*stunting*” (baixa estatura em relação à idade, ou atraso na velocidade de crescimento

linear), e *wasting* (baixo peso em relação à estatura ou atraso na velocidade de crescimento ponderal), estão bem documentados em países em desenvolvimento (25, 43, 52). A qualidade de um critério de diagnóstico baseado na definição de um limite de normalidade pode ser avaliada pela sua sensibilidade e especificidade. A sensibilidade é uma medida do poder de identificação de casos patológicos. Será tanto mais alta quanto menor a percentagem de falsos negativos. A especificidade quantifica a fiabilidade na identificação de casos normais e será tanto mais alta quanto menor a percentagem de falsos positivos. Se por exemplo, procurarmos aumentar a sensibilidade através de uma deslocação do limite de normalidade para o percentil 10, haverá uma redução da especificidade. Se o limite de normalidade for menor que o percentil 3, verificar-se-á o inverso. Normalmente, entende-se por desvio da taxa normal a perda da posição percentílica com trajectórias para canais percentílicos abaixo do percentil 5. O limite inferior do canal geralmente admitido no âmbito da pediatria clínica é o percentil 3.

A Organização Mundial de Saúde recomenda o uso de normas dos Centros Nacionais de Estatísticas de Saúde, com destaque para as oriundas de estudos realizados com crianças americanas (49), quando se pretende obter uma base de contraste em estudos comparativos independentes de populações e de subgrupos populacionais (49). Contudo, esta sugestão e prática têm sido objecto de várias críticas (36, 39). Um dos principais constrangimentos nas práticas pediátricas é a ambiguidade na definição dos parâmetros do crescimento normal. A ausência de uma definição precisa de *stunting* e *wasting* impede a identificação clara das crianças em risco.

A incapacidade para detectar estes fenómenos tem fortes implicações no diagnóstico de certas doenças, visto que estes desvios são, na sua essência, diferentes e têm significados clínicos distintos. Este problema tem sido objecto de inúmeros debates, sobretudo no que respeita à utilidade relativa do uso de normas internacionais ou nacionais. Actualmente parece haver um consenso,

mais ou menos generalizado, relativamente à vantagem da utilização de normas nacionais, isto é, normas provenientes de amostras da população em análise, constituídas por indivíduos com estado de saúde óptimo e não expostas a constrangimentos sérios ou agressões ambientais. No entanto, a ausência deste tipo de normas na maior parte dos países tem levado a uma maior utilização dos padrões de referência internacionais actualmente disponíveis. Segundo Tanner (44), as normas internacionais são válidas para crianças de diversos grupos sócio-económicos, pelo que as estaturas e pesos que se encontrem dentro dos canais percentílicos das Tabelas de referência podem ser consideradas normais.

A grande controvérsia, no que se refere a comparações inter-populacionais usando estas referências, resulta, por um lado, do facto de haver uma grande variabilidade étnica nas populações e, por outro, dos grupos de referência serem geralmente de origem europeia, e de classes sociais e ambientes específicos. Embora seja consensual que as normas de referência devam ser determinadas a partir de populações saudavelmente nutridas e apresentando estados clínicos normalizados, considera-se que os desvios destas normas podem não indicar necessariamente situações patológicas. Assim, salientando a importância da variabilidade étnico-regional como fruto de uma interacção genética e ambiental natural, a União Internacional de Ciências Nutricionais propunha em 1971, que o uso de valores de referência locais permitiria uma mais fácil identificação da posição do sujeito, tendo em conta as condições específicas do seu ambiente, incluindo a nutrição e os serviços de saúde (15, 17, 23, 30, 46). Neste contexto, as Tabelas padronizadas a partir de outras populações devem ser, no entender de alguns autores, designadas como referências e não como normas (50, 7).

A adopção de normas locais apresenta, contudo, constrangimentos importantes. Em primeiro lugar, o facto da sua construção ser muito onerosa, exigir grandes amostras e a formação de técnicos locais com elevados níveis de proficiência, torna a sua execução muito difícil. Em segundo lugar, a elevada prevalência das mais variadas doenças e sequelas de condições higiénico-nutricionais adversas

dificulta a definição de critérios seguros de inclusão e exclusão. Face a estas dificuldades de construção de normas locais, tem sido considerado que as normas de referência universais, apesar das suas limitações, constituem o meio disponível mais apropriado para o despiste dos atrasos nos índices de crescimento das populações (16). Esta opção é apoiada pela observação de que as crianças dos grupos sócio-económicos mais prósperos de diferentes populações apresentam menor disparidade de crescimento linear do que subgrupos da mesma população pertencentes a diferentes estratos socioeconómicos (17). Tal padrão parece indicar que as diferenças ambientais intra-populacionais se sobrepõem às possíveis diferenças genéticas inter-populacionais (26).

Pelo contrário, outros autores sustentam que a diferenciação genética pode ter implicações significativas nos padrões de crescimento dos diversos grupos étnicos, explicando, por exemplo, as diferenças observadas entre europeus e asiáticos (15, 40, 12). No entender destes autores, o uso de normas de referência exteriores à população em estudo pode conduzir a interpretações enviesadas das implicações dos resultados, devido à falta de indicadores sensíveis e fiáveis do atraso no crescimento, como a morbilidade e mortalidade (1, 19). A importância destes indicadores reside no facto de poderem servir de caracterizadores da população, para além de facilitarem a comparação com populações de países desenvolvidos. Para as populações africanas ainda não há ferramentas baseadas em evidências empíricas para medir a morbilidade, devido, entre outras coisas, a carências estruturais e formais dos serviços de saúde.

Dois trabalhos recentes nesta matéria foram realizados em Moçambique (36, 39). Em dois momentos diferentes, os autores avaliaram a relevância biológica dos critérios antropométricos de avaliação do estado nutricional adoptados pela OMS (52), em populações de idade escolar de ambos os sexos. A pesquisa consistiu, essencialmente, na divisão de duas grandes amostras em grupos nutricionais, de acordo com a classificação da OMS, e na comparação das mesmas em termos clínicos, performance motora e actividade física habitual, assumindo que um

estado nutricional deficiente se reflectiria necessariamente, e negativamente, nas variáveis em estudo. Desta investigação resultou a conclusão que os valores de corte para definir sujeitos com subnutrição (*wasted e stunted*) não apresentavam validade, dado que as poucas diferenças encontradas eram explicadas apenas pelas diferenças em tamanho corporal, o que conduz à discussão acerca dos efeitos e significado alométrico da estatura. Por outro lado, foi sugerida validade para os critérios de definição de obesidade, já que se observaram diferenças significativas entre os classificados de obesos e os restantes grupos nutricionais. Apesar de pesquisar populações de idade pré-escolar, van Loon (46) demonstrou que o uso de critérios desajustados poderá induzir erros com implicações humanas de impacto negativo. Por exemplo, a sobre-classificação de prevalência de malnutrição pode levar ao abandono de estratégias eficientes, por causa das estimativas de custos operativos que poderiam ser realizados se o número de falsos positivos não fosse tão elevado. Parece ser de concluir, daqui, a urgência do desenvolvimento e afinamento de instrumentos simples e altamente fiáveis, de validade biológica comprovada para classificar, com elevado rigor e segurança, diferentes estados nutricionais.

Comparações entre os padrões observados em populações rurais e urbanas e em diferentes grupos sócio-económicos

Cameron (4, 5), baseando-se em dados longitudinais de crianças sul-africanas de áreas rurais, demonstrou que os seus padrões de crescimento se encontram muito abaixo do percentil 50 até à adolescência. No entanto, após o salto pubertário, os valores atingidos não se encontram muito longe dos padrões dos jovens americanos e britânicos. O mesmo autor (5), num estudo de revisão, comparou os valores de crescimento (altura e peso) e constatou que havia diferenças significativas entre raparigas sul-africanas de áreas urbanas e rurais. Refere que crianças de nível sócio-económico elevado se encontram muito próximo do percentil 50 das normas da OMS. Por outro lado, observou que crianças rurais e urbanas de nível sócio-económico elevado demonstram melhores índices de crescimento do que crianças urbanas de nível socioeconómico mais baixo. Numa

pesquisa posterior, Cameron (4) observou uma menor velocidade de crescimento, seguida de um longo período de crescimento que vai até aproximadamente os vinte anos.

Para autores como Eveleth e Tanner (13); Bogin (3); Meredith (27), crianças de estado socioeconómico elevado que vivem em meio urbano são, de forma geral, mais altas, mais pesadas e com uma maior percentagem de gordura corporal, devido ao facto do meio em que vivem estar muitas vezes associado a um estatuto socioeconómico elevado. Contudo, é de referir que crianças urbanas de estatuto socioeconómico baixo são, com algumas raras excepções, baixas e têm um estatuto nutricional inferior ao das crianças de populações rurais. Pawloski (31) investigou o crescimento de raparigas rurais e urbanas do Mali, observou um atraso estaturó-ponderal quando comparou os seus valores com raparigas americanas de referência. No que se refere ao índice de massa corporal, os resultados não revelaram a presença de desnutrição proteica. Raparigas malianas de áreas rurais, contrastadas com as de áreas urbanas, apresentam baixo peso e menor estatura e, conseqüentemente, um índice de massa corporal inferior. Henneberg e Louw (18) realizaram um estudo denominado “*Cross-sectional survey of growth of urban and rural cape coloured schoolchildren: anthropometry and functional tests*”, envolvendo dois grupos de crianças urbanas e rurais, com o máximo de contraste no que se refere ao estatuto sócio-económico na África do Sul. Os dados foram recolhidos entre os anos 1986 e 1988, numa amostra de 1974 crianças urbanas do estatuto sócio económico elevado, (906 rapazes e 1068 raparigas) com idades compreendidas entre os 5 e 20 anos; numa amostra de 1774 crianças rurais de estatuto socioeconómico baixo, (834 rapazes e 940 raparigas) com idades compreendidas entre os 5 e 19 anos. Tomaram como indicadores do padrão de crescimento a altura, o peso, o comprimento dos membros e perímetros do braço e da coxa. Verificou-se que, em média, as crianças do meio rural se encontram abaixo das crianças do meio urbano nos indicadores altura e peso. Quanto à composição corporal, as crianças urbanas encontram-se acima das normas de referência americana.

Pawloski (32), a partir de uma pesquisa efectuada numa amostra de 1045 raparigas do Mali com idades compreendidas entre os 10-17 anos, levantou as seguintes hipóteses de trabalho: 1) as raparigas exibem menores índices de crescimento, quando comparadas com raparigas bem nutridas; 2) as raparigas de áreas rurais exibem menos índices de crescimento, quando comparadas com raparigas malianas de áreas urbanas; 3) as raparigas que não frequentam a escola são também mais baixas do que as que frequentam a escola; e 4) ganhos compensatórios são evidentes nas raparigas adolescentes. Os resultados revelaram um fraco crescimento e desenvolvimento em adolescentes do sexo feminino no Mali e uma menor estatura e peso, quando comparadas com raparigas da população americana. Estudos realizados por autores como Wagstaff et al. (48); Chaning-Pearce e Solomon (8), sugerem que o evidente atraso no crescimento e desenvolvimento é devido a uma combinação de factores, dos quais se destacam: os alimentos com baixo valor nutritivo, o alto dispêndio energético nas actividades diárias e a fraca qualidade dos cuidados primários de saúde. As adolescentes seguem raramente um padrão *standard* de crescimento, devido a diferentes *timings* biológicos e à expressão diferenciada do crescimento na puberdade.

Recentemente Monyeki et al (28) conduziram um estudo transversal com o objectivo de conhecer o estado nutricional e de crescimento de crianças sul-africanas usando como indicadores os rácios de altura-pela-idade, peso-pela-idade e índice de massa corporal de crianças de 3 a 10 anos de idade. A amostra, de uma aldeia rural a norte da África do Sul, foi constituída por 1335 crianças (684 rapazes, 651 raparigas). Os resultados sugerem uma alta prevalência de *stunting*, que vai dos 10% aos 7 anos, para mais de 30%, aos 10 anos de idade. A sobreposição dos resultados deste estudo às normas de referência identificou um atraso nos níveis de crescimento das crianças desta amostra, provavelmente devido às condições *stressantes* em que vivem. No entanto, é de referir que, se a condição de *stunting* durante a infância for permanente, pode conduzir a uma perda de capacidade para produzir trabalho quando estes indivíduos forem

adultos. Investigações realizadas por Wagstaff et al. (48) e Channing-Pearce e Solomon (8) mostraram que, em média, crianças negras do bairro do Soweto, arredores de Joanesburgo, tinham baixos índices de crescimento quando comparadas com seus pares de origem europeia ou com as normas americanas usadas como referência pela OMS, apesar de aparentemente gozarem dos aspectos positivos da vida urbana, como provisão nutricional e fácil acesso aos cuidados primários de saúde.

Do ponto de vista social, o estatuto socioeconómico, a dimensão das famílias e o envolvimento social parecem ser causas que interferem no processo de crescimento, para além da componente étnica ou racial e climática. Num estudo transversal com populações de países em desenvolvimento, Victora (47), observou que os resultados dos rácios antropométricos diferiam em várias regiões do planeta. Constatou, por exemplo, que países da América Latina apresentam prevalências muito elevadas de *stunting* e baixas no que se refere a *wasting*, enquanto que nos países Asiáticos havia uma alta prevalência, tanto de *stunting* como de *wasting*. O mesmo autor não atribui um papel de relevo os factores genéticos, referindo que estes padrões de resultados podiam ser atribuídos a diferenças nas condições socioeconómicas daqueles países.

O mais provável é que todas as crianças dos diversos grupos étnicos apresentem um potencial genético para o crescimento linear bastante similar quando as condições ambientais são óptimas. A constatação da variabilidade étnica no crescimento encontra suporte em estudos realizados por autores como Habicht et al. (17); Graitcer e Gentry (16); Martorell (25); OMS (53); Keller (20); Kow et al (21). Na perspectiva de Beaton et al (1) as diferenças socioeconómicas intra-populacionais estão na origem das diferenças na velocidade de crescimento estatural, devido principalmente a circunstâncias ambientais e não a diferenças étnicas no potencial de crescimento, pelo menos até aos cinco anos. Na Tanzânia, Davies et al. (11) realizaram um estudo longitudinal denominado *Physical growth and development of urban and rural East African children*.

Acompanharam, durante sete anos, uma amostra de 340 rapazes e 314 raparigas de áreas urbanas e 248 rapazes e 136 raparigas de áreas rurais. As idades estudadas estavam compreendidas entre os 7-16 anos. Pretendiam analisar o crescimento estatural, o peso e a composição corporal de crianças Bantu da zona austral de África. Não foi encontrada qualquer diferença significativa entre os dois grupos, quer no sexo masculino quer no feminino, no que se refere aos padrões da estatura, peso, pregas de adiposidade e perímetro braquial. Quando sobrepuseram os valores destas crianças e jovens aos das normas da OMS, os resultados mostraram que crianças da África Austral eram baixas e magras em relação a crianças europeias, mas o momento em que ocorria a idade do pico de velocidade em altura e peso era aproximadamente o mesmo.

Corlett (9), num projecto denominado *Growth of urban school children in Botswana* estudou um total de 721 crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 15 anos, pretendendo descrever o estatuto de crescimento das crianças de Gaborone, capital do Botswana. Dos resultados, pode-se concluir que rapazes e raparigas, em todas as idades, têm altura e peso abaixo do percentil 50 das normas de referência britânicas e americanas, e abaixo do percentil 10 da OMS. No que se refere aos valores do peso em função da estatura, constatou-se uma frequência reduzida de crianças nos percentis mais baixos da distribuição desta variável somática. Neste mesmo indicador, é notório um padrão de desenvolvimento semelhante ao registado em outros estudos com populações africanas. No que se refere ao perímetro braquial, ao sobreporem os resultados obtidos nas normas britânicas, as diferenças observadas ficaram a dever-se à menor estatura e peso das crianças tswanas e a diferenças no *tempo* de crescimento. Diferenças semelhantes foram também observadas entre crianças tswanas e outros subgrupos populacionais africanos. Embora o primeiro trabalho conhecido seja do ano de 1968 (24), tendo como indicadores a altura e o peso das crianças das escolas da cidade de Lourenço Marques (actual Maputo), é nos últimos quinze anos que emergem de modo substancial e continuado uma vaga

de publicações sobre a populações moçambicana em idade escolar (29, 34, 35, 37, 39, 41).

O estudo de Martins (24) conclui a existência de uma associação da taxa de crescimento às condições sócio-económicas, muitas vezes confundidas com o factor raça. Depois de um interregno de 26 anos, durante o qual nada foi publicado de importante neste domínio, foi realizado na cidade de Maputo um trabalho integrado num estudo sobre a *Influência da actividade física e dos factores sócio-económicos sobre as componentes da estrutura do valor físico relacionado a saúde* (33). Com uma amostra de 593 indivíduos (277 rapazes e 316 raparigas), de idades compreendidas entre os 8 e 15 anos, foi possível constatar que os indicadores somáticos da população de Maputo eram inferiores às normas internacionais, reflectindo, provavelmente, um atraso maturacional provocado por condições higiénico-nutricionais adversas. Este projecto de pesquisa trouxe, comparativamente ao de 1968, um conjunto de informações adicionais, devido ao facto de a comparação entre estatutos socioeconómicos, vulgo “ricos” e “pobres”, se ter realizado entre crianças e jovens da mesma origem étnica, separados por condições de vida diferentes e apenas por uma geração. Verificou-se uma elevada prevalência de “*stunting*” e “*wasting*” e questionou-se a validade dos critérios antropométricos adoptados para avaliar o estado nutricional conducente a esta situação, e que já foram anteriormente referenciados. Esta investigação gerou hipóteses de trabalho e inventariou um novo conjunto de problemas que desde então, têm vindo a ser continuamente realizados através de vários estudos centrados em diferentes regiões da cidade de Maputo. Na generalidade têm evidenciado uma grande associação entre as condições sócio-ambientais, crescimento somático, maturação biológica e composição corporal (29, 41).

Utilizando uma amostra de 2156 crianças e jovens dos 8 aos 18 anos de idade (1016 rapazes, 1140 raparigas), Saranga et al. (41), avaliaram a variação no crescimento somático das crianças e jovens da cidade de Maputo entre os anos de

1992 e 1999. Tendo como objectivo verificar em que medida as grandes alterações das condições sócio-ambientais verificadas em Maputo naquele período de tempo, resultantes da passagem de uma situação de guerra generalizada para uma situação de paz e crescimento económico, se repercutiam no crescimento somático, os autores salientaram que 1) as crianças estudadas em 1999, depois da guerra, apresentam maior estatura, peso e percentagem de gordura corporal quando comparadas com as do estudo de 1994; 2) o aumento do peso das crianças estudadas em 1999 deveu-se a um incremento substancial da gordura corporal, e que 3) as diferenças socio-económicas, quando expressas em função do indicador altura, se agudizavam (41).

Conclusões

Em síntese, apesar da relativa escassez de estudos de crescimento e desenvolvimento em populações africanas, a pesquisa disponível sugere claramente que, embora as trajectórias de crescimento na maioria das amostras estudadas sejam semelhantes às encontradas nas normas internacionais, as médias de altura são consistentemente mais baixas, situando-se no percentil 5 aos cinco anos, decrescendo até a adolescência, devido a uma diminuição da velocidade de crescimento, e seguindo, posteriormente, uma recanalização. Os ganhos compensatórios durante o salto pubertário servem para recuperar perdas de crescimento da infância. No entanto, o grau de reposição das insuficiências de velocidade de crescimento estatura-ponderal da infância ainda não é totalmente conhecido.

Os trabalhos mostram uma alta prevalência de *stunting* e atraso no crescimento das crianças rurais na África Sub-Sahariana em relação aos seus pares das áreas urbanas. Porém, nem sempre o ambiente urbano resulta numa melhoria de crescimento estatural. As elevadas taxas de urbanização nestes países, com o conseqüente aumento de áreas urbanas, resultam em grandes “comunidades urbanas informais” nas quais, por vezes, o estado de crescimento é inferior ao das

crianças das comunidades rurais. Embora nos estudos consultados tenha havido a preocupação de desenvolver padrões locais de referência para o peso, altura e índices antropométricos, emerge a necessidade de resolver a polémica que advém do uso de normas de referência internacional na estimativa e predição de malnutrição em crianças dos países Africanos.

Não obstante a importância dos estudos realizada, bem como a riqueza e extensão da sua informação, a investigação no domínio do crescimento em África carece de continuidade, na medida em que, para além da avaliação da consistência dos resultados, os avanços científicos permitirão ampliar a abrangência dos estudos em domínios até aqui não explorados. Por exemplo, há a considerar que a maior parte dos trabalhos se resume a regiões extremamente demarcadas, não se podendo, por isso, generalizar os seus resultados face a uma população supostamente muito diversificada em termos ambientais, genéticos, étnicos e sócio-económicos. Neste contexto, é importante que futuros estudos possam vir a preencher estas lacunas, nomeadamente através da extensão da cobertura territorial respeitando a orografia, e abrindo-se à incursões na epidemiologia genética e do ensaio da construção de normas do padrão de crescimento.

Tabela 1: Estudos de crescimento somático de crianças em idade escolar realizados nos países africanos a Sul do Sahara.

Referência e País	Amostra	Delineamento	Variáveis	Principais resultados
Martins (1971). <i>Height, Weight and Chest Circumference of children of different ethnic groups in Lourenço Marques, Mozambique, in 1965 with a note on the secular trend.</i> Mozambique	14.640 crianças e jovens com idades compreendidas entre os 6-18 anos.	Transversal	Altura, peso, circunferência do tórax	Os rapazes tinham maior estatura e peso em todas as idades, enquanto que as raparigas, só até aos 14 anos de idade. Dados disponíveis de crianças caucasianas de há 35 anos atrás mostram uma tendência secular para altura de 0.5 cm aos 7 anos nos rapazes, e 1.5 cm, nas raparigas, encontrando-se muito abaixo da tendência ocorrida com populações europeias da mesma idade.
Davies et al. (1974). <i>Physical growth and development of urban and rural East African children.</i> Tanzania.	654 sujeitos urbanos (340 rapazes e 314 raparigas) e 384 indivíduos rurais (248 rapazes e 136 raparigas) com idades compreendidas entre os 7-16 anos.	Longitudinal	Altura, peso, pregas de adiposidade e circunferência de braço	Não foram observadas diferenças significativas entre os dois grupos na altura, peso, pregas de adiposidade e circunferência de braço. É sugerido que as crianças da Africa Austral, são baixas e magras em relação a crianças europeias, mas a idade em que é atingido o pico de velocidade em altura e peso é aproximadamente o mesmo.
Prista et al. (1997). <i>Relationship between physical activity, socioeconomic status and physical fitness of 8-15 year old youth from Mozambique.</i> Mozambique	593 crianças (277 rapazes e 316 raparigas) com idades entre os 8-15 anos.	Transversal	Altura, peso, pregas de adiposidade.	Valores de estatura inferiores às normas internacionais, reflectindo um atraso maturacional. Influência significativa do estatuto socioeconómico no crescimento. Os valores de peso e de massa muscular analisados em função da altura eram próximos dos valores considerados normais.
Prista (1998). <i>Anthropometric indicators of nutritional status: Implications for fitness, activity, and health in scholl-age children and adolescents from Maputo.</i> Mozambique	593 crianças (277 rapazes e 316 raparigas) com idades entre os 8-15 anos.	Transversal	Altura, peso, gordura corporal, aptidão física, aptidão metabólica, actividade física.	Não foi encontrada relevância nos pontos de corte adoptados pela OMS para classificar subnutrição.
Muria (1998). <i>Efeito das condições sócio-económicas, maturação e do crescimento somático na aptidão física de crianças e jovens da cidade de Maputo de ambos os sexos com idades compreendidas entre os 8 aos 11 anos.</i> Mozambique	547 crianças (258 rapazes e 289 raparigas) com idades entre os 8-11 anos.	Transversal	Altura, peso, pregas tricipital e subescapular.	Foram encontrados padrões de altura e peso relativos ao dimorfismo sexual idênticos aos descritos na literatura para outras populações. Influência significativa do estatuto socioeconómico nas dimensões corporais.

Henneberg e Louw (1998). <i>Cross-sectional Survey of growth of urban and rural "Cape Coloured" schoolchildren: anthropometry and functional tests.</i> África do Sul.	1974 indivíduos (906 rapazes e 1068 raparigas) de estatuto socio-económico elevado, idades entre os 5 e 20 ano e 1774 indivíduos (834 rapazes e 940 raparigas) de estatuto socioeconómico baixam, idades entre 5 a 19 anos.	Transversal	Altura, peso, prega tricipital e subescapular	Os valores de altura e peso das crianças do meio rural abaixo dos valores das crianças do meio urbano. No que se refere a composição corporal, as crianças urbanas encontram-se acima das normas de referência americana.
Sellen (1999). <i>Growth patterns among semi nomadic pastoralists (Datoga) of Tanzânia.</i> Tanzânia.	470 crianças semi nômadas, idades entre os 0-18 anos	Transversal	Altura, peso, prega tricipital, subescapular e circunferência do braço	Foi possível observar um défice de crescimento estabelecido nos primeiros 2-3 anos de vida. Quando a comparação é feita com populações de referência o défice torna-se ainda maior.
Zverev e Gondwe (2001). <i>Growth of urban school children in Malawi.</i> Malawi.	493 crianças com idades entre os 6-17 anos.	Transversal	Altura, peso, circunferência de braço, prega tricipital, circunferência do braço.	Valores inferiores aos valores de referência da OMS. Crianças mais velhas de ambos os sexos tiveram valores elevados na prega tricipital quando sobrepostos aos valores de referência internacional, enquanto que nas crianças mais novas o fenómeno foi inverso. Os adolescentes aproximam-se dos valores de referência da OMS e o padrão encontrado assemelha-se ao de outras populações da região.
Monyeki et al. (2000). <i>Growth and nutritional status of rural south african children 3-10 year old: The Ellisras growth study.</i> África do Sul.	1335 crianças (684 rapazes, 651 raparigas) com idades compreendidas entre os 3-10 anos.	Transversal	Altura, peso, IMC	Encontrada uma elevada prevalência de <i>stunting</i> , sendo de 10% aos 7 anos, e mais de 30%, aos 10. Atraso em relação às normas da OMS.
Sallen (2000). <i>Seasonal ecology and nutritional status of women and children in Tanzanian pastoral community.</i> Tanzania.	180 mulheres e 347 crianças e jovens com idades entre os 0-18 anos	Transversal	Altura e peso	Elevada prevalência de desnutrição entre mulheres e crianças com IMC<18.5. Diminuições sazonais moderadas dos níveis de gordura corporal foram observadas. Mais de metade das crianças mostram um evidente atraso no crescimento somático devido a desnutrição. A redução da gordura corporal em crianças é evidente na estação seca relativamente, estação chuvosa embora de magnitude reduzida.

<p>Saranga (2001). Variação de curta duração no crescimento somático e aptidão física de crianças e jovens da cidade de Maputo, Moçambique. Influência das alterações sócio-económicas. Moçambique</p>	<p>593 crianças avaliadas em 1992 (276 rapazes e 317 raparigas) e 2156 crianças em estudo de 1999 (1016 rapazes e 1140 raparigas) com idades entre os 8-15 anos.</p>	<p>Transversal</p>	<p>Altura, peso, pregas tricipital e subescapular.</p>	<p>As crianças estudadas em 1999 apresentam maior estatura, peso e percentagem de gordura corporal quando comparadas com as do estudo de 1992. O maior peso das crianças estudadas em 1999 deve-se a incrementos substanciais de gordura corporal. Conclui-se que as alterações estavam associada a abruptas modificações sócio-política e económicas registadas naquele período.</p>
<p>Gillett e Tobias (2002). <i>Human growth in Southern Zâmbia: A First Study of Tonga Children Predating the Kariba Dam</i> (1957-1958). Tanzânia.</p>	<p>602 crianças (386 rapazes e 216 raparigas) idades entre os 6-13 anos</p>	<p>Transversal</p>	<p>Altura e peso</p>	<p>Diferenças significativas entre as crianças de duas áreas distintas que parecem ser explicadas por factores nutricionais.</p>
<p>Pawloski (2003). <i>Mixed-longitudinal analysis of growth data from Malian adolescent girls: Evidence for compensatory gain?</i> Mali.</p>	<p>1045 raparigas adolescentes com idades compreendidas entre os 10-17 anos</p>	<p>Transversal</p>	<p>Altura, peso</p>	<p>Estatura e peso inferiores as normas de referência internacional.</p>
<p>Prista et al. (2003). <i>Anthropometric indicators of nutritional status implications for fitness, activity, and health in school-age children and adolescents from Maputo, Mozambique.</i> Moçambique</p>	<p>2316 crianças (1094 rapazes e 1222 raparigas) com idades entre os 6-18 anos.</p>	<p>Transversal</p>	<p>Estado clínico, aptidão metabólica, parasitologia, Altura, peso, gordura corporal, aptidão física, actividade física.</p>	<p>Não foi encontrada relevância nos critérios para classificar subnutridos na população estudada. Os valores de corte para definir sobrepeso e obesidade mostraram-se válidos.</p>

Bibliografia

1. **Beaton, G.H.; Kelly, A.; Kevany, J.; Martorell, R.; Mason, J.** (1990). Appropriate uses of indices in children. ACC/SCN nutrition policy discussion paper N° 7 (Geneva: United Nations)
2. **Bénéfice, E.** (1992). Physical activity and anthropometric and functional characteristics of mild malnourished Senegalese children. *Annals of Tropical Paediatrics*, 12: 55-66.
3. **Bogin, B.** (1988). Rural-to-urban migration. In: C.C.G. Mascie-Taylor and GW Lasker (Eds): Biological aspects of human migration, p. 90-129. Cambridge. Cambridge University Press.
4. **Cameron, N.; Kgamphe, J.S.; Leschner, K.F.; Farrant, P.J.** (1992). Urban rural differences in the growth of South African black children. *Annals of Human Biology*, 19(1): 23-33.
5. **Cameron, N.** (1991). Human growth, nutrition and health status in sub-saharan Africa. *Yearbook of Physical Anthropology*, 34:211-50.
6. **Cameron, N.** (1992). The monitoring of growth and nutritional status in South Africa. *American Journal of Human Biology*, 4(2): 223-234.
7. **Cameron, N.** (1997). Growth and health in a developing country: the South African Experience 1984-1994. In: D. F. Roberts, P. Rudan and T. Skaric: *Croatian Anthropological Society*, 131-56.
8. **Chaning-Pearce, S.M.; Solomon, L.** (1986). A longitudinal study of the growth of black and white Johannesburg school children. *South African Medical Journal*, 70: 743-746.
9. **Corlett, J.T.** (1986). Growth of urban school children in Botswana. *Annals of Human Biology*, 13(1): 73-82.
10. **Cortinovis, I.; Vella, V.; Ndiku, N.; Miliani, S.** (1997). Weight, height and arm circumference of children under 5 in the district of Mbarara, south-west Uganda. *Annals of Human Biology*, 24(6): 557-568.
11. **Davies, C.T.M.; Mbelwa, D.; Dores, C.** (1974). Physical growth and development of urban and rural East African, aged 7-16. *Annals of Human Biology*, 1(3): 257-268.
12. **Davies, D.P.** (1988). The importance of genetic influences on growth in early childhood with particular reference to children of Asiatic origin. In Linear Growth Retardation in Less Developed Countries, edited by J. C. Waterlow (New York: Raven Press), Nestlé Nutrition Workshop Series, 14: 75-90.
13. **Eveleth, P.B.; Tanner, J.M.** (1991) Worldwide Variation in Human Growth, 2nd ed. Cambridge University Press.
14. **Gillett, R.M.; Tobias, P.V.** (2002). Human growth in Southern Zambia: A first study of Tonga children predating the Kariba Dam (1957-1958). *American Journal of Human Biology*, 14(1):50-60.
15. **Goldstein, H.; Tanner, J.M.** (1980). Ecological considerations in the creation and the use of child growth standards. *The Lancet*, 1:582-5.

16. **Graitcer, P.L.; Gentry, E.M.** (1981). Measuring children: One reference for all. *The Lancet*, 2: 297-299.
17. **Habicht, J.P.; Martorell, R.; Yarbrough, C.; Malina, R.M.; Klein, R.E.** (1974). Height and weight standards of preschool children. *The Lancet*, 6: 611-614.
18. **Henneberg, M.; Louw, G.J.** (1998). Cross-sectional survey growth of urban and rural "Cape Coloured" Schoolchildren: Anthropometry and functional tests. *American Journal of Human Biology*, 10(1): 73-85.
19. **Huttly, S.R.A.; Victora, C.G.; Barros, F.C.; Teixeira, A.M.; Vaughan, J.P.** (1991). The timing of nutritional status determination: implications for interventions and growth monitoring. *European Journal of Clinical Nutrition*, 45(2): 85-95.
20. **Keller, W.** (1988). The epidemiology of stunting. In *Linear growth retardation in less developed countries*, edited by J. C. Waterlow (New York: Raven Press), Nestlé Nutrition Workshop Series, 14: 17-38.
21. **Kow, F.; Geissler, C.; Blasubramaniam, E.** (1991). Are international anthropometric standards appropriate for developing countries? *Journal of Tropical Pediatrics*, 37: 37-44.
22. **Lajarraga, H.** (2002). Growth in infancy and childhood: A pediatric approach. In: Cameron N. (ed.). *Human Growth and Development*, 21-44.
23. **Malina, R.** (1983). Sócio-cultural influences of physical activity and performance. *Bulletin de la Société Belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, 94:155-76.
24. **Martins, D.M.** (1968). Dynamics of child growth and development in Moçambique. Thesis presented for Ph. D. at Coimbra University, Portugal.
25. **Martorell, R.; Fernando, M.; Ricardo, C.** (1988). Poverty and stature in children. In: JC Waterlow (ed.) *Linear Growth Retardation in Less Developed Countries*. Nestlé Nutrition Workshop Séries. Vol. 14. Vevey – Raven, 14: 57-71.
26. **Martorell, R., Khan, L.K.; Schroeder, D.G.** (1994). Reversibility of stunting epidemiological findings in children from developing countries. *European journal of clinical nutrition*, 48 (Supp. 1): S45-S57.
27. **Meredith, H.V.** (1979). Comparative findings on body size of children and youths living at urban centers and in rural areas. *Growth*, 43(2):95-104.
28. **Monyeki, K.D.; Camelo, N.; Getz, B.** (2000). Growth and nutritional status of rural South African children 3-10 years old: The Ellisras growth study. *American Journal of Human Biology*, 12(1): 42-49.
29. **Muria, A.J.** (1998). Efeito das condições sócio-económicas, maturação e do crescimento somático na aptidão física de crianças e jovens da cidade de Maputo de ambos os sexos com idades compreendidas entre os 8 aos 11 anos. Dissertação apresentada as provas de Mestrado. FCDEF-UP, Porto, Portugal.
30. **Nkiama, E.** (1993). Croissance, maturation osseuse et performance et performance physiques des enfants scolarisés zairois de Bumia age de 6 a 20 ans. Dissertação de tese de doutoramento, Universidade Católica de Leuven

31. **Pawloski, L.R.** (2002). Growth and development of adolescent girls from the Segou region of Mali (West Africa). *American journal of physical anthropology*, 117(4): 364-72.
32. **Pawloski, L.R.** (2003). Mixed-longitudinal analysis of growth data from Malian adolescent girls: Evidence for compensatory gain? *American Journal of Human Biology*, 15(2): 178-86.
33. **Prista, A.** (1994). Influência da actividade física e dos factores sócio-económicos sobre as componentes da estrutura do valor físico relacionado com a saúde, estudo em crianças e jovens Moçambicanas. Dissertação as provas de Doutoramento. FCDEF-UP, Porto, Portugal
34. **Prista, A.** (1995). Crescimento, actividade física e aptidão física em países não industrializados: abordagem biocultural em crianças e jovens de Moçambique. *Revista Árgon*. Universidade de Coimbra, 2, 85-101.
35. **Prista, A.** (1998). Nutritional status, physical fitness and physical activity in children and youth in Maputo (Mozambique). In: Parizkova J and Hills AP (Eds), "Physical fitness and nutrition during Growth" *Medicine and Sport Science Reviews*, Basel, Karger, vol 33, pp 94-104.
36. **Prista, A.; Marques, A.T.; Maia, J.A.R.** (1997). Relationship between physical activity, socioeconomic status and physical fitness of 8-15 year old youth from Mozambique. *American Journal of Human Biology*, 9 (4):449-457.
37. **Prista, A.; Maia, J.A.R.; Marques, A.T.** (1998). Sexual dimorphism in physical fitness. A multivariate study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 5:S155.
38. **Prista, A.; Maia, J.; Saranga, S.; Marques, A.** (2002). Saúde, crescimento e desenvolvimento: Um estudo epidemiológico em crianças e jovens de Moçambique.
39. **Prista, A.; Maia, J.A.; Damasceno, A.; Beunen, G.** (2003). Anthropometric indicators of nutritional status implications for fitness, activity, and health in school-age children and adolescents from Maputo, Mozambique. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77(4): 952-9.
40. **Roberts, D.F.** (1985). Genetic and Nutritional Adaptation. (In:) K. Blaxter and J. C. Waterlow (eds): *Nutritional Adaptation in Man*. London: John Libby, 45-60.
41. **Saranga, S.** (2001). Variação de curta duração no crescimento somático e aptidão física de crianças e jovens da cidade de Maputo, Moçambique: Influência das alterações sócio-económicas. Dissertação apresentada as provas de Mestrado. FCDEF-UP, Porto, Portugal.
42. **Sellen, D.W.** (1999). Growth patterns among seminomadic pastoralists (Datoga) of Tanzânia. *American Journal of Physical Anthropology*, 109(2): 187-209.
43. **Spurr, G.B.** (1988). Body size, physical work capacity and productivity in hard work: Is bigger better? In Waterlow (ed): *Linear Growth Retardation in Less Developed Countries*. Nestle Nutrition Workshop Series, Vol. 114 Vevey/Raven, 215-24.
44. **Tanner, J.** (1986). Normal growth and technique of growth assessment. *Clinical Endocrinology & Metabolism*, 15 (3): 411-451.
45. **UNICEF** (1994). *The state of the Worlds Children 1994*. Oxford: Oxford University Press.

46. **van Loon, H.; Saverys, V.; Vuylsteke, J.P.; Eeckels, R.** (1986). Local versus universal growth standards: The effect of using NCHS as universal reference. *Annals of Human Biology*, 13(4): 347-57.
47. **Victora, C.G.** (1992). The association between wasting and stunting: In international perspective. *The Journal of Nutrition*, 122: 1105-1110.
48. **Wagstaff, L.; Reinach, S.G.; Richardson, B.D.; Mkhasebe, C.; De Vries, G.** (1987). Anthropometrically determined nutritional status and the school performance of black urban primary schoolchildren. *Human Nutrition. Clinical Nutrition*, 41(4): 277-86.
49. **Waterlow, J.C.; Buzina, R.; Keller, W.; Lane, J.M.; Nichaman, M.Z.; Tanner, J.M.** (1977). The Presentation and Use of Height and Weight Data for Comparing the Nutritional Status of Groups of Children Under the Age of 10 Years. *Bulletin of World Health Organization* 55, (4) 489-498.
50. **Waterlow, J.** (1984). Current issues in nutritional assessment by anthropometry. In: J Borzecz and B Schurch (eds.), *Malnutrition Behavior: Critical assessment and key issues*. Lousane, Nestlé Foundations.
51. **World Health Organization** (1983). Measuring change in nutritional status. Guidelines for the assessing the nutritional impact of supplementary feeding programmes for vulnerable groups (Geneva: WHO).
52. **World Health Organization** (1995). Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, 854, Geneva: World Health Organization.
53. **WHO Working Group** (1986). Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. *Bulletin of the World Health Organization*.
54. **Zverev, Y.; Gondwe, M.** (2001). Growth of urban school children in Malawi. *Annals of human biology*, 28 (4): 384-394.

Capítulo 3

Composição corporal em populações africanas: Uma perspectiva epidemiológica

Silvio Saranga, José Maia, Jorge Rocha, Leonardo Nhantumbo, António Prista
Aceite para Publicação na Revista Portuguesa de Saúde Pública, Vol. 25, nº 1 (2007)

Composição corporal em populações africanas: Uma perspectiva epidemiológica

Resumo

Uma abordagem epidemiológica da composição corporal envolve necessariamente uma reflexão em torno da obesidade, já que a acumulação excessiva de gordura pode ter consequências dramáticas na saúde dos indivíduos. Actualmente, a obesidade é um problema de saúde pública a nível planetário, de tal forma que tantos os países desenvolvidos como os países em vias de desenvolvimento apresentam níveis de prevalência preocupantes. Num processo influenciado por diversos factores genéticos e ambientais, nem sempre fáceis de distinguir, é nas modificações sequenciais no padrão de nutrição, consumo e actividade física, que acompanha mudanças socio-económicas e demográficas, que parece encontrar-se a explicação da epidemia. Estas mudanças, em muito associadas a um crescente grau de urbanização, estão a ter um papel determinante nas alterações do perfil de saúde das populações. Apesar da sua extensão global, a epidemia de obesidade tem especificidades regionais que devem ser tidas em consideração em estudos comparativos inter-populacionais. A revisão da literatura sobre composição corporal nas populações africanas mostra que, ao contrário dos países desenvolvidos, nos países em vias de desenvolvimento a obesidade é mais prevalente em famílias de estatuto socio-económico elevado. Por outro lado, as populações africanas tendem a registar uma associação entre a condição de “*stunting*” e a obesidade, sugestiva de que a acumulação excessiva de gordura pode ser uma resposta anómala após subnutrição na infância. Estas observações sublinham a necessidade de estudar diferentes populações humanas para melhor compreender as causas e consequências dos padrões actuais de obesidade na nossa espécie.

Palavras-chave: Composição corporal, subnutrição, obesidade, países em desenvolvimento, África

Abstract

Given its dramatic health implications, obesity is a major concern in any epidemiological approach to body composition. Presently, obesity is a global health problem, both in developed and developing countries. While it is likely to be influenced by genetic and environmental factors, which are not easy to disentangle, the ongoing epidemics is certainly related to recent modifications in the patterns of nutrition and physical activity associated with major socio-economic and demographic changes. These changes are linked to the current growing levels of urbanization and have a tremendous effect in the profiles of health and disease of most human populations. In spite of its global extent, the pattern of the epidemic has important regional specificities that must be taken into account in inter-population comparisons. The review of the literature on body composition in Africa shows that unlike developed countries, obesity in developing countries is most prevalent among families of higher socio-economic status. On the other hand, African populations tend to show an association between stunting and obesity, suggesting that increased fat accumulation may be an anomalous response to sub-nutrition in early infancy. These observations stress the need to study different human populations in order to fully understand the causes and consequences of the current patterns of obesity in our species.

Key Words: Body composition; subnutrition; obesity; developing countries; Africa.

Introdução

É um facto indesmentível que a obesidade representa actualmente um grave problema de saúde pública nos países desenvolvidos, sobretudo pelas co-morbilidades que lhe estão associadas (Cole et al., 2000; Martorell et al., 2000; Moreno et al., 2000; O'Loughlin et al., 2000; Bundred et al., 2001; Ogden et al., 2002; 2002; Frye e Heinrich, 2003; Frisancho, 2003; Mokdad et al., 2003; Sardinha e Teixeira, 2005). A sua presença crescente nos países em desenvolvimento é uma novidade dos tempos actuais (Drewnowski e Popkin, 1997; Bray e Popkin, 1998; WHO, 1998, Cole et al., 2000; Frisancho, 2003, Kruger et al., 2003, Monteiro et al., 2004). O significado clínico e epidemiológico da variabilidade nos valores da composição corporal, da obesidade e da distribuição do tecido adiposo subcutâneo em diferentes estratos populacionais tem motivado a realização de múltiplos estudos nas áreas da Biologia Humana, das Ciências Médicas, da Nutrição e da Antropologia Física (ver por exemplo Davies e Cole, 1995; Roche, Heymsfield e Lohman, 1996).

Nos adultos, a obesidade é muitas vezes associada a um risco elevado de doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão arterial, osteoporose e desordens emocionais com conseqüências nefastas na qualidade de vida e longevidade (Cole et al., 2000; Kesaniemi et al., 2001; Deurenberg, 2001; Reilly, 2002; Das, 2002; Katzmarzyk et al., 2003). Na criança, de acordo com estudos recentes, a persistência da obesidade até ao fim da adolescência aumenta largamente a probabilidade de o indivíduo na idade adulta ser obeso e portador de outras morbilidades (Goran, 2001; Dietz e Gortmaker, 2001; Guo et al., 2002a; Guo et al., 2002b). Contudo, não deixa de ser importante lembrar que as implicações clínicas do excesso de peso e da obesidade na infância e na adolescência parece não estarem ainda bem estabelecidas, dado que a grande maioria dos estudos que descrevem as co-morbilidades associadas à obesidade são de tipo transversal e raras vezes longitudinais.

Pela sua natureza, a obesidade nos adultos é difícil de tratar, sendo a sua prevenção na idade pediátrica uma estratégia eficaz para evitar o aumento da sua incidência no estado adulto. A carga económica que decorre do crescimento exponencial do excesso de peso e da prevalência da obesidade mórbida é incomportável mesmo em países com recursos. Daí que seja de importância inequívoca a intervenção no sentido de prevenir o aumento da obesidade em crianças e jovens, principalmente em países africanos que estejam a experimentar mudanças socio-económicas profundas. Por último, ainda que haja valores e ou Tabelas de referência na identificação e caracterização de aspectos mórbidos da composição corporal e da obesidade em estudos de carácter epidemiológico, os mesmos foram construídos a partir de populações que vivem numa realidade distinta das populações africanas, pelo que a sua aplicabilidade pode revelar-se desprovida de transculturalidade e de relevância biológica. Daqui a necessidade da sua validação no contexto africano. O facto das implicações do excesso de peso e obesidade em crianças e jovens, em particular com populações africanas não estarem totalmente estabelecidas, constitui um assunto a que interessa dar uma resposta esclarecedora em estudos de intervenção ou no registo longitudinal da “história natural” desta população.

Neste sentido, é necessário recolher mais evidências empíricas de estudos com delineamento longitudinal de modo a esclarecer o impacto dos riscos associados à obesidade na infância e na adolescência (Sardinha e Teixeira, 2005). Contudo, pesquisas recentes sugerem que manifestações clínicas como inflamações no sistema cardiovascular, lesões das artérias coronárias, hipertensão arterial, doenças ósseas, colesterol elevado e resistência à insulina constituem problemas de saúde associados à obesidade infantil (Freedman e Perry, 2000; Tounian et al., 2001; Sinha et al., 2002; Srinivasan et al., 2002; Sinaiko et al., 2002).

As alterações “saudáveis” na composição corporal durante o crescimento implicam a disponibilidade de nutrientes em qualidade e quantidade para actualizarem os incrementos dos valores estado-ponderais esperados para uma

determinada idade num contexto sócio-económico favorável. As exigências nutricionais são determinadas pelo processo de crescimento e exigências funcionais da relação de cada sujeito com o seu ambiente. A massa gorda é uma das componentes mais variáveis na anatomia humana, dada a sua enorme sensibilidade às influências externas, como por exemplo, alterações drásticas do *intake* calórico em regimes de forte restrição ou de grande permissividade (Maia et al. 1996). Daqui que os valores dos vários compartimentos da massa corporal reflectam aspectos nucleares da adaptação humana ao estilo de vida, ao padrão de actividade física e ao ambiente físico e social. Por outro lado, em situações de subnutrição crónica ou doença, a quantidade de massa gorda, de massa isenta de gordura e a energia total necessária para a actividade física podem ser reduzidas drasticamente, resultando em quebras de produtividade, implicando uma redução substancial da capacidade de resposta dos sujeitos às exigências do seu quotidiano e do seu ambiente físico (Barden et al., 2000).

A literatura no domínio epidemiológico tem feito referência à subnutrição como um dos principais problemas que afectam os países em desenvolvimento. Contudo, investigadores e organizações de reconhecido mérito têm salientado a coexistência um tanto paradoxal da subnutrição, do excesso de peso e da obesidade nos países em desenvolvimento (Sawaya et al., 1995; Popkin et al., 1996; WHO, 1998; Popkin, 1998a; Popkin e Doak, 1998b; de Onis e Blossner, 2000; ACC/SCN, 2000; Martorell et al., 2000). Estes alertam para uma tendência crescente da prevalência do excesso de peso e obesidade em crianças e adultos dos países não industrializados. Este aspecto tem gerado controvérsia no meio científico dada a falta de conhecimento profundo dos mecanismos que estão na origem da referida coexistência. Para Hoffman et al. (2000) e Frisancho (2003) um dos factores que mais contribui para a prevalência da obesidade nos países em desenvolvimento é a reduzida taxa de oxidação de gorduras e o incremento do metabolismo de hidratos de carbono como consequência de uma subnutrição crónica na primeira e segunda infâncias. Este fenómeno tem fortes implicações no aumento dos depósitos de gordura corporal, um quadro que está geralmente

associado a factores socioeconómicos, hábitos alimentares, aspectos culturais e padrões de actividade física.

Embora o conhecimento acerca das múltiplas facetas instrumentais, fisiológicas, clínicas e epidemiológicas da composição corporal nos países desenvolvidos esteja bem estabelecido, nos países em desenvolvimento e em particular nos da África Sub-Sahariana, a informação parece ser escassa, sobretudo no que se refere aos aspectos clínicos, epidemiológicos e funcionais. As pressões do ambiente físico, a reduzida dimensão da riqueza, a forte assimetria na distribuição de recursos, o baixo nível educacional e as constantes situações de guerra mais ou menos generalizadas, bem como o complexo novelo das suas interrelações têm fortes implicações no estilo de vida e nos hábitos nutricionais, afectando de modo inquestionável a composição corporal das populações daquela região do continente africano. As pesquisas realizadas com populações destes países no Senegal por Bénéfice et al. (2001), na Africa do Sul por Kruger et al. (2004), Monyeki et al. (1999), Cameron e Getz (1997) e Cameron et al. (1992), nas Seychelles por Stettler (1982), em Marrocos por Belahsen et al. (2004), nos Camarões por Pasquet et al. (2003), na Nigéria por Talabi et al. (2005) e em Moçambique por Maia et al. (1995; 2002), deixam perceber um conjunto de preocupações de que destacamos: (1) o facto da maior parte das populações africanas em idade escolar ser subnutrida, o que concorre para o atraso nos seus níveis de crescimento e desenvolvimento; (2) as grandes alterações no quadro dos hábitos sócio-culturais e a aculturação dos padrões adstritos a países chamados desenvolvidos, sobretudo nas grandes cidades e aglomerados populacionais urbanos, associadas a uma concomitante redução dos níveis de actividade física e aumento da designada “*fast food*”.

O presente artigo procura sintetizar alguns dos aspectos relevantes da investigação epidemiológica sobre os diferentes valores da composição corporal de populações africanas. Este desígnio pretende ser atingido a partir da revisão sumária de pesquisas realizadas em África sobre esta matéria na esperança de

poder contribuir para a compreensão dos factores relacionados com as alterações dos diferentes compartimentos da massa corporal e alguns dos problemas que lhes estão associados.

Avaliação da obesidade e padrões de distribuição da gordura corporal: sua relação com outros factores de risco

É prática comum, em estudos de carácter epidemiológico, a utilização de diversos indicadores antropométricos para a identificação e caracterização da composição corporal e da obesidade. Estes indicadores incluem marcadores como o peso, as pregas de adiposidade subcutânea e o índice de massa corporal (IMC), entre outros. Este “arsenal” antropométrico e o seu diversificado manuseamento originam não só grandes quantidades de dados a que importa atribuir significado biológico, como também levanta problemas de generalização quando se utilizam equações predictivas da gordura corporal.

Por padrão de adiposidade entende-se: (1) as diferenças de valores das pregas de adiposidade obtidas em diferentes locais da anatomia humana, (2) o perfil dos valores corrigidos pela área do tecido muscular ou massa corporal obtido, (3) ou as diferenças na razão dos depósitos de gordura visceral e subcutânea (Goodpaster, 2002). Geralmente, um padrão de distribuição da gordura corporal em que há concentração da tela adiposa ao nível do tronco é designado de andróide, com maior prevalência nos homens, enquanto que a distribuição da gordura corporal em que há uma maior concentração da tela adiposa na anca, coxas e braços é designada por ginóide, padrão típico do sexo feminino (Turcato et al., 2000; Wu et al., 2001). Ainda assim, é de referir que estes padrões de distribuição binária podem ser observados em indivíduos de ambos os sexos. Convém realçar que entre estes tipos extremos ocorre uma variação substancial cuja tipificação é extremamente difícil ou impossível.

O padrão de tipo andróide é apontado como uma característica associada ao desenvolvimento de condições de morbidade de natureza endócrina e metabólica, bem como de doenças do foro cardiovascular em indivíduos adultos (Ohrvall et al., 2000). Alguns estudos têm também referido a existência de tecido adiposo intra-abdominal em crianças e adolescentes saudáveis e não obesos (Fox et al., 1993; Goran et al., 1995a). O que está ainda por explicar é se a quantidade de gordura visceral acumulada pelas crianças e adolescentes é apropriada para o seu tamanho, e se as concentrações extremas de gordura intra-abdominal observadas estão associadas a uma elevada quantidade de gordura corporal total. Alguns estudos realizados em crianças obesas têm sugerido que a acumulação precoce de tecido adiposo intra-abdominal na infância e na adolescência é clinicamente preocupante, dada a sua associação com algumas co-morbidades e distúrbios fisiológicos (Maffeis et al., 2001; Savva et al., 2000; Higgins et al., 2001; Teixeira et al., 2001).

A utilização das pregas de adiposidade subcutânea avaliadas em várias regiões da anatomia humana, constitui um indicador robusto na classificação do padrão de adiposidade, contrariamente aos perímetros, que parecem não produzir bons índices para a predição da distribuição da gordura corporal em adultos (Fox et al., 1993; Goran et al., 1995a). Contudo, em estudos de carácter epidemiológico é comum usar-se o rácio cintura-anca na “estimação” da gordura abdominal (Hill et al., 1999; Rankinen et al., 1999; Mark et al., 2003). Alguns autores têm revelado que em populações jovens o rácio cintura-anca pode ser um bom indicador da presença de factores de risco de doenças do foro cardiovascular (Wajchenberg, 2000; Kelley et al., 2002).

O IMC é um rácio extremamente utilizado e divulgado em estudos de natureza epidemiológica (para mais pormenores ver por exemplo Lohman et al., 1997; Maynard et al., 2001; Deurenberg, 2001; Reilly, 2002; Katzmarzyk et al., 2003). A sua utilização como indicador do grau de gordura ou de magreza tem vindo a ser severamente criticada, não obstante o seu uso “universal”. As duas principais

críticas sustentam-se pelo facto de: (1) o seu valor poder ser facilmente afectado pelo comprimento relativo dos membros inferiores; (2) o valor expresso no numerador, o peso corporal, não destrinçar a quantidade relativa de massa gorda e de massa isenta de gordura (Kuczmarski e Flegal, 2000; Cole et al., 2000).

Variacão inter-étnica e dimorfismo sexual nos padrões de adiposidade

A literatura contemporânea tem revelado a importância da variabilidade genética na prevalência da obesidade. Estudos realizados em gémeos avançam a hipótese da distribuição da gordura corporal ser fortemente dependente de factores genéticos (Speakman, 2004; Katzmarzyk e Bouchard, 2005). No entanto, o conhecimento das interacções entre genes e ambiente, assim como as suas repercussões no padrão de distribuição da gordura corporal, particularmente em crianças e jovens dos países em desenvolvimento, é ainda limitado (Hakala et al., 1999; Hebebrand et al., 2000; Ebbeling et al., 2002). Alguns autores têm demonstrado que os determinantes genéticos e ambientais não são antagónicos. Na verdade, o perfil da gordura corporal e a obesidade são determinados pela acção conjunta de vários factores interactuantes. Portanto, o resultado seria o produto da interacção entre os factores genéticos e ambientais, em que a influência genética é atribuída uma importância específica na determinação da distribuição da gordura corporal, com uma influência capital no seu depósito visceral.

Estudos sobre o excesso de peso e obesidade estão bem documentados para populações europeias, afro-americanas e mexicanos-americanas. Nos últimos anos, o excesso de peso e a obesidade têm-se tornado nas principais ameaças da saúde pública entre as crianças índio-americanas, com uma prevalência global na ordem dos 39.3% (Broussard et al., 1991, Jackson, 1993). Num estudo realizado por Sugarman et al (1990) foi observada uma tendência secular positiva nos indicadores altura, peso e na prevalência da obesidade em crianças índio-americanas urbanas. O mesmo quadro foi observado em populações índias que se

mantiveram nas reservas. Quando os valores da população índia foram sobrepostos às normas de referência do *National Centre for Health Statistics* (NCHS), cerca de um quarto desta população (11% raparigas e 12.5% rapazes) encontrava-se acima do percentil 95 do peso em função da idade. Ainda no mesmo contexto, Smith e Rinderknecht (2003) observaram uma maior prevalência de excesso de peso e obesidade entre os adolescentes índio-americanos quando comparados com a população americana em geral. Em suma, estas pesquisas com a população índia apontam para uma prevalência elevada do excesso de peso e da obesidade, cujas causas parecem residir nas alterações do seu estilo de vida tradicional para um estilo de vida adstrito às sociedades ocidentais. Na verdade, os índios americanos, no século passado, foram sujeitos a uma forte viragem no seu estilo de vida, principalmente no que se refere à sua dieta e padrões de actividade física. Nas últimas décadas muitos deles migraram para espaços urbanos, o que contrasta fortemente com seu hábito de vida em espaços abertos e os seus elevados níveis de actividade física a que se associava um perfil de grande aptidão física (Broussard et al., 1991; Brand et al., 1990; Kramer, 1992).

Na perspectiva da variabilidade étnica, a investigação realizada em crianças afro-americanas, mexicanas, e descendentes de índio-americanos tem sugerido uma predominância da gordura com distribuição central, evidenciando a existência de níveis elevados de gordura visceral, o que torna estes grupos populacionais propensos ao desenvolvimento de co-morbilidades associadas à obesidade (Greaves et al., 1989; Goran et al., 1995b). Ainda assim, em crianças em idade pré-púbere, o tecido adiposo intra-abdominal dos rapazes e das raparigas afro-americanas é significativamente inferior ao dos seus pares europeus (Goran et al., 1997). Um estudo recente mostrou semelhanças no que concerne à centralização da gordura corporal das crianças afro-americanas e africanas (Malina, 2005). Do retrato dos níveis de crescimento das crianças africanas e afro-americanas deparamo-nos com diferenças claras a favor das crianças afro-americanas. As crianças afro-americanas são geralmente mais altas, mais pesadas e com elevada

percentagem absoluta de gordura corporal. O maior tamanho das crianças afro-americanas é atribuído ao efeito ambiental (Cameron et al., 1992). Um quadro similar é observado quando crianças negras africanas das regiões urbanas e rurais são comparadas entre si. Dados disponíveis sugerem que as crianças urbanas têm um nível mais elevado de gordura centralizada, enquanto que as rurais revelam-se menos pesadas e com menor percentagem de gordura corporal (Prista, 2002).

É evidente na literatura que o comportamento genérico dos valores das pregas de adiposidade subcutânea, bem como das diferenças dos rácios tradutores da relação da gordura do tronco e das extremidades, da soma das pregas do tronco e das extremidades, mostra um incremento ao longo da idade, ainda que haja alguma flutuação dos valores durante a puberdade devido a variabilidade no tempo da maturação biológica (Malina, 2004; Malina, 2005). Os indivíduos do sexo masculino têm maiores quantidades de gordura corporal total e intra-abdominal em comparação com os seus pares do sexo feminino (Lemieux et al., 1993). Nas raparigas, embora se observe um aumento da prega subescapular ao longo do crescimento, a prega tricípital conhece um aumento ainda maior, o que diminui nelas a tendência para a centralização relativa da gordura corporal (Gultekin et al., 2005).

A variabilidade do perfil da distribuição de gordura é também influenciada pelo estatuto socioeconómico (ESE). Os estudos enquadrados nesta linha de pesquisa permitem constatar uma clara dificuldade em destrinçar a influência isolada do ESE e da componente étnica na expressão desta variabilidade, o que parece testemunhar uma influência conjunta das duas componentes (Facchini et al., 1998; Rebato et al., 1998; Reddy et al., 1998). Apesar do reconhecimento desta circunstância, há poucas pesquisas realizadas com o intuito de perceber o significado desta interacção (Mueller, 1988, Baumgartner et al., 1990). Os poucos estudos disponíveis deixam transparecer uma associação forte entre a distribuição da gordura centralizada e o ESE, factores que contribuem para o

desenvolvimento de co-morbilidades associadas a desordens endócrinas e metabólicas (Mueller, 1982; Baumgartner et al., 1986; Mueller, 1988).

A Tabela 1 resume o essencial da investigação relacionada com o estudo da influência étnica, do ESE e do ambiente nos padrões de distribuição da gordura corporal (Malina, 1966; Georges et al., 1991; Johnston et al., 1991; Facchini et al., 1998; Rebato et al., 1998; Reddy et al., 1998). As diferenças no perfil de distribuição da gordura em função do sexo não parecem acentuadas durante a primeira e a segunda infâncias; contudo, após o salto pubertário, e durante a adolescência, parecem ganhar uma substancial relevância. Segundo Baumgartner et al. (1990), a maior concentração de gordura subcutânea ao nível do tronco é independente da percentagem absoluta de gordura e do ESE. No entanto, alguns autores arrostam o anteriormente exposto ao demonstrarem uma forte relação entre ESE e a gordura centralizada (Bogin e Sullivan, 1986; Bogin e McVean, 1981; Johnston et al., 1991; Rebato et al., 1998). Com efeito, nos países em desenvolvimento observa-se uma tendência para uma associação positiva entre o ESE e a obesidade nas mulheres, homens e crianças (WHO, 1998). Indivíduos de ESE baixo têm probabilidade de estar envolvidos em profissões associadas a elevadas demandas energéticas, enquanto que indivíduos do ESE elevado, face aos maiores recursos, têm, provavelmente, maior acesso a uma alimentação mais calórica, bem como a profissões que requerem um menor dispêndio energético.

Tabela-1: Sumário dos estudos descritivos sobre a influência étnica e do ESE na composição corporal de sujeitos oriundos da Europa, EUA e Ásia

Autor(es)	País	Amostra	Objectivos	Variáveis	Resultados
Georges et al. (1991)	EUA	5675 sujeitos adultos (♂ 2687 e ♀ 2988): ♂ 1746 Mexicanos Americanos; 405 Cubanos americanos; 536 Porto-riquenhos. ♀ 1716 Mexicanas americanas; 459 Cubanas americanas e 813 Porto-riquenhas, idades (18 e 74 anos).	Descrever a distribuição da gordura corporal nas populações mexicana-americana, cubano-americana e porto-riquenha.	IMC Peso Altura Pregas de adiposidade: Tricipital Subescapular Suprailiaca Geminal	Foi observada uma fraca associação da gordura corporal com o ESE das mulheres. Nos homens verificou-se uma associação positiva, contudo, não foi consistente nos três grupos étnicos estudados. Uma associação negativa para a gordura centralizada foi observada nos dois sexos com excepção dos homens porto-riquenhos. Da combinação dos índices antropométricos é evidente uma forte associação da gordura corporal das mulheres com o ESE.

Malina (1966)	EUA	1092 crianças: 465 europeias (267 ♂ e 198 ♀) e 549 afro-americanos (275 ♂ e 274 ♀) com idades compreendidas entre os 6 e 12 anos.	Descrever as diferenças nas pregas de adiposidade associadas à idade e ao sexo em crianças europeias e afro-americanas.	Pregas de adiposidade: Tricipital Subescapular e Medialaxilar	Registou-se um aumento progressivo em todas as pregas nas idades dos 6 aos 10 anos. Dos 10 aos 12 anos, o padrão foi variável. As raparigas europeias apresentaram maiores valores em todas as pregas. Os rapazes europeus revelaram maiores valores nas pregas tricipital e medialaxilar que as raparigas afro-americanas e estas tiveram em todas as pregas maiores valores que os rapazes africanos em todas as idades.
Rebato et al. (1998)	País Basco	2042 crianças e jovens (995 ♂ e 1047 ♀) com idades compreendidas entre os 4 e 19 anos.	Avaliar o efeito da idade e do sexo no padrão de distribuição da gordura corporal em crianças e jovens adolescentes urbanos.	ESE Pregas de adiposidade Tricipital Subescapular Abdominal Suprailíaca Crural e geminal	Foi confirmado o efeito determinante do “stress” ambiental nos rapazes, e uma maior plasticidade da gordura ao nível do tronco, relativamente as extremidades nas raparigas. Os resultados observados parecem encontrar explicação nos diferentes estilos de vida associada ao ESE.
Johnston et al. (1991)	Índia	502 sujeitos, com idades compreendidas entre os 12 e 17 anos.	Estudar a variabilidade na quantidade e na distribuição da gordura corporal.	ESE IMC Pregas de adiposidade: Tricipital Subescapular Abdominal Suprailíaca Crural e Geminal	Os sujeitos de ESE elevados apresentaram maior estatura e maior quantidade de gordura corporal que os do ESE baixo da mesma idade e sexo. As raparigas têm maiores quantidades de gordura corporal que os rapazes e uma maior distribuição periférica. O ESE baixo esteve associado a uma gordura corporal centralizada. Não se verificaram diferenças entre os grupos no rácio cintura/anca em função do sexo. Da comparação entre crianças e jovens indianas e americanas, as crianças indianas apresentaram um IMC elevado quando ajustado a gordura centralizada e ao rácio cintura anca. O ESE baixo esteve associado a uma gordura corporal reduzida e um padrão centralizado de gordura corporal, refletindo uma maior mobilização da gordura periférica para as demandas metabólicas do crescimento. Embora não tenha sido confirmado, há sugestão de um efeito étnico nos dois rácios.
Reddy et al. (1998)	Índia	1119 sujeitos adultos (456 ♂ e 663 ♀) com idades compreendidas entre os 18 e 75 anos.	Conhecer o nível de associação entre o ESE, estilo de vida e IMC em populações da Índia.	Peso Altura IMC ESE Rendimentos Estilo de vida	Foi observada uma associação positiva entre ESE e IMC.

Facchini et al. (1998)	Kazaquistão (Ásia Central)	201 sujeitos adultos de duas etnias (122 Kazaks e 79 Uighurs) com idades compreendidas entre os 19 e 65 anos.	Comparar o perfil de adiposidade de duas etnias do Kazaquistão com estilo de vida e condições ambientais distintas.	Altura Peso IMC Circunferências da cintura e anca Pregas de adiposidade: Suprailíaca Subescapular Tricipital Bicipital Geminal	Independentemente da idade, a amostra de Uighurs apresentou valores elevados em todos indicadores; da análise em componentes principais observa-se uma estrutura somática semelhante nas duas amostras. Os valores baixos de adiposidade registados na amostra Kazaks parecem associados a nutrição, ao estilo de vida e a factores ambientais, dado tratar-se duma população residente numa zona montanhosa.
------------------------	----------------------------	---	---	--	---

Estudos da composição corporal no contexto dos países africanos

Nos últimos tempos tem-se observado um incremento preocupante da prevalência da obesidade nos países em desenvolvimento, com particular destaque para os que se situam na África Sub-Sahariana (WHO, 2000). A sua preponderância é mais acentuada em populações adultas femininas (Steyn et al., 1991; ACC/SCN, 2000; Kruger et al., 2001, Monteiro et al., 2004), aparentando ser baixa nos homens, crianças e adolescentes (Monyeki et al., 1999). Nas populações urbanas dos países em desenvolvimento este quadro suscita uma atenção especial devido a mudanças sequenciais dos padrões nutricionais e hábitos de consumo de “*fast food*” que têm acompanhado as alterações sócio-económicas e demográficas, bem como a redução dos níveis e padrões de actividade física dos indivíduos (FAO, 1998; World Bank, 1999; Popkin et al., 2002, Frisancho, 2003; Kruger et al., 2003).

Até um passado bem recente, a desnutrição e a subnutrição eram considerados problemas relevantes nos países em desenvolvimento, enquanto que a obesidade era considerado um problema para os países desenvolvidos. Actualmente, desnutrição e obesidade constituem problemas sérios de saúde pública em países desenvolvidos como em desenvolvimento, embora nestes últimos a magnitude das suas prevalências seja distinta (Sichieri et al., 1997; Mondini e Monteiro, 1998; Francischi, 2000). Nos países em transição demográfica e socio-económica assiste-se geralmente a alterações no padrão de morbilidade e mortalidade. No contexto dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, em particular nos que se situam na África Sub-Sahariana, estas alterações reflectem-se na redução das

doenças infecciosas e num aumento acelerado das doenças não transmissíveis. As estatísticas divulgadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) indicam que o número de pessoas afectadas por doenças cardiovasculares na região da África Sub-Sahariana entre 1990 e 2000 aumentou de 5.3 e 6.3 milhões de homens e mulheres para 6.5 e 6.9, respectivamente, podendo aumentar ainda para 8.1 e 7.9 em 2010 (WHO, 2002).

Quando se analisa a distribuição das doenças não transmissíveis é possível identificar uma disparidade na sua distribuição social. Com efeito, ao analisar a sua incidência e prevalência entre as diferentes regiões e grupos populacionais, os grupos sociais de baixa renda apresentam maiores taxas de doenças infecciosas e parasitárias, enquanto que as doenças cardiovasculares, a hipertensão, as diabetes e diversos tipos de cancros são prevalentes nas zonas urbanas (Prata, 1992). Em regiões de África economicamente avançadas, a prevalência de doenças associadas ao estilo de vida sedentário, podem ser tão elevados quanto o registado em países industrializados (WHO, 1998). O relatório OMS (WHO, 2000) refere que as doenças do foro cardiovascular foram responsáveis por 9,2% dos óbitos em África. Dados recentes apontam para uma elevada prevalência em determinadas áreas urbanas, chegando a ultrapassar os 25-30% em indivíduos com mais de 25 anos (WHO, 2002).

Os mecanismos que estão por trás do aumento da obesidade ainda não estão suficientemente esclarecidos. Três hipóteses são levantadas nesse sentido: (1) a possibilidade das populações se apresentar geneticamente mais susceptíveis à obesidade, o que correlacionado com determinados factores ambientais potencia o problema. Esta hipótese, em populações de baixo rendimento com níveis elevados de obesidade pressupõe a ocorrência de um “*genótipo de frugalidade*” (do inglês *thrifty genotype*), ou seja, os genótipos relacionados com a acumulação de depósito de gordura seriam uma garantia de sobrevivência em caso de escassez de alimentos; porém quando o aporte de alimentos for excessivo, tais genótipos tornar-se-iam prejudiciais (Chakravarthy e Booth, 2004; Speakman,

2004); (2) o rápido e acentuado declínio do dispêndio energético observado nas populações originado, provavelmente, pelo predomínio crescente das ocupações com menor demanda energética, pela mecanização e terciarização dos serviços a que se pode adicionar a redução da actividade física associada ao lazer (Chakravarthy e Booth, 2004); (3) a exposição prévia a uma desnutrição energético-protéica, ou seja, a obesidade ocorreria como uma sequela da desnutrição.

De facto, parece evidente uma tendência para acumulação de gordura em indivíduos previamente subnutridos que, conseqüentemente, ao invés da utilização da energia para potenciar o crescimento, promove uma coexistência entre a subnutrição crónica e a obesidade no seio de crianças com um passado de subnutrição (Frisancho, 2003). Por outro lado, indivíduos expostos a uma subnutrição e restrição energética ao longo de vários anos adquirem uma capacidade adaptativa que se traduz na redução do dispêndio energético e pela acumulação preferencial de gordura corporal. Esta forma de conservação de energia representa um mecanismo com relevância biológica perante situações drásticas ou críticas de provimento energético, o qual é designado por adaptação metabólica e “obesidade pós-restrição nutricional” (do inglês *poststarvation obesity*) (Keys et al., 1950). Por outras palavras, perante défices nutricionais o organismo incrementa a sua eficiência metabólica inibe a termogénese reduzindo, por essa via, a taxa de depleção tecidual (Frisancho, 2003).

Alguns autores têm centrado as suas pesquisas no esclarecimento da composição corporal, padrão de adiposidade, prevalência de *stunting* (baixa estatura em relação à idade, ou atraso na velocidade de crescimento linear), excesso de peso e obesidades de crianças e jovens da África Sub-Sahariana (Cameron et al., 1992; Cameron et al., 1997; Monyeki et al., 1999; Belahsen et al., 2004; Pasquet et al., 2003; Kruger et al., 2004; Talabi et al., 2005). Estas pesquisas, de delineamento transversal, foram realizadas com grupos populacionais diversificados, tamanhos amostrais e modelos de análise bem distintos, cujos resultados mais relevantes

são apresentados de forma sumária na Tabela 2. No conjunto são considerados 11 estudos com amostras de crianças e jovens de ambos sexos dos 3 aos 19 anos de idade. No estudo de Belahsen et al. (2004), realizado em Marrocos uma vez que a sua amostra inclui mulheres, o limite superior de idade é 49 anos. A composição corporal é abordada apenas no estudo de Talabi et al. (2005), com uma população nigeriana; o padrão de adiposidade é tratado em 3 estudos; a prevalência de *stunting* é referenciada em 2 trabalhos, enquanto que o excesso de peso e obesidade são analisados em 5 pesquisas. Nestes estudos foram utilizadas diferentes variáveis, designadamente os indicadores antropométricos do estado nutricional para salientar aspectos do *stunting* e *wasting* (baixo peso em relação a estatura ou atraso na velocidade de crescimento ponderal); o IMC para avaliar o excesso de peso e obesidade e as pregas de adiposidade subcutânea e diâmetros para definir o perfil de adiposidade.

Tabela-2: Estudos descritivos sobre a composição corporal em populações africanas

Autor(es)	País	Amostra	Objectivos	Variáveis	Resultados
<i>Stunting</i>					
Bénéfice et al. 2001	Senegal	406 raparigas rurais com idades compreendidas entre os 11 e 16 anos.	Descrever o impacto da condição de <i>stunting</i> durante a infância, na maturação, no crescimento e na distribuição da gordura corporal	Altura Massa corporal Altura sentado Diâmetros bi-iliaco e bi-acromial Seis pregas de adiposidade: Tricipital Subescapular Abdominal Suprailíaca Crural e Geminal	As raparigas senegalesas com condição de <i>stunting</i> demonstraram um potencial para o <i>catch up</i> durante a puberdade. A maior acumulação de gordura subcutânea na parte superior do corpo das raparigas com condição de <i>stunting</i> parece associada a factores hormonais complexos que ocorrem na puberdade.
Kruger et al. (2004)	África do Sul	478 raparigas com idades compreendidas entre os 10 e 15 anos.	Conhecer as diferenças no padrão da composição corporal de raparigas com condição de <i>stunting</i> e sem condição de <i>stunting</i> .	Altura Peso IMC Pregas de adiposidade: Tricipital Subescapular Abdominal Suprailíaca Crural e Geminal Perímetro da cintura	Foram observados altos níveis de gordura corporal e sua maior concentração na região da cintura nas raparigas com condição de <i>stunting</i> ; este traço é característico do desenvolvimento da obesidade entre as mulheres negras sul-africanas.

Excesso de peso, obesidade e factores de risco					
Stettler et al. 1982	Seychelles	5514 crianças e jovens com idades entre os 4.5 e 17.4 anos.	Conhecer a prevalência de excesso de peso, obesidade e factores de risco em crianças, num país em transição económica e epidemiológica.	Altura Peso IMC	Observou-se uma elevada prevalência de excesso de peso e da obesidade entre as crianças em idade escolar nas Seychelles, com valores superiores aos de alguns países industrializados. Daí a sugestão do ambiente estar fortemente associado a ganhos de peso durante os primeiros anos de vida e consequentemente a obesidade na infância, factor que parece concorrer para mudanças de prioridades no âmbito da saúde pública.
Belahsen et al. (2004)	Marrocos	1269 ♀ urbanas e rurais, com idades compreendidas entre os 15 e 49 anos.	Determinar a prevalência da obesidade e o perfil de distribuição da gordura corporal.	Peso Altura IMC Rácio cintura anca Pregas de adiposidade: Tricipital Subescapular Abdominal Suprailíaca Crural e Geminal	Os resultados indicam um alta prevalência de obesidade na população urbana. Este facto está associado a uma transição nutricional de crise alimentar para a de abundância, daí a necessidade de uma intervenção no sentido de prevenir doenças associadas ao excesso de peso, especialmente em crianças e jovens.
Monyeki et al. (1999)	África do Sul	1336 crianças (684 ♂ e 652 ♀) dos 3 aos 11 anos de idade.	Caracterizar a prevalência da obesidade em crianças sul-africanas.	Altura Peso IMC Pregas de adiposidade: Tricipital Subescapular Abdominal Suprailíaca Crural e Geminal	Os resultados indicam uma baixa prevalência de obesidade. Apresentando valores normais no IMC. No concerne a soma das pregas nas idades 3-4 anos, observa-se excesso de gordura.
Cameron e Getz (1997)	África do Sul	447 adolescentes (190 ♀ e 257 ♂) idades 7-19 ano.	Conhecer a diferença na prevalência do excesso de peso e da obesidade em jovens adolescentes sul-africanos rurais.	Altura Peso Pregas de adiposidade: Bicipital, Tricipital, Subescapular e Suprailíaca	Os resultados sugerem maior prevalência da obesidade nas raparigas; sendo notória após a menarca, provavelmente devido a alterações hormonais importantes que ocorrem nesta fase.
Pasquet et al. (2003)	Camarões	771 indivíduos adultos (519 ♀ e 252 ♂).	Estudar a prevalência de excesso de peso e da obesidade em indivíduos adultos urbanos; identificar as principais causas do excesso de peso e suas consequências.	Altura Peso IMC Perímetros: braço, Cintura, anca Rácio cintura – anca Pregas de adiposidade: Tricipital Subescapular Abdominal Suprailíaca Crural e Geminal Pressão sistólica e diastólica	Os resultados sugerem: uma maior gordura corporal centralizada principalmente na região abdominal; uma maior proporção de indivíduos com valores elevados para o perímetro da cintura; um número elevado de mulheres obesas com hipertensão comparativamente as não obesas.

Composição corporal, etnia e ambiente					
Talabi et al. (2005)	Nigéria	972 crianças em idade escolar, de duas zonas urbana e rural de diferentes grupos étnicos.	Estudar a variação da composição corporal de acordo com o grupo étnico e o ambiente.	Altura Peso Pregas de adiposidade: Tricipital Subescapular Abdominal Suprailíaca Crural e Geminal % Gordura Massa livre de gordura	Ficaram evidentes variações significativas nos diversos grupos étnicos no perfil de adiposidade das crianças nigerianas em idade escolar.
Padrão de adiposidade					
Cameron et al. (1992)	Africa do Sul	823 indivíduos de duas localidades rurais: Ubombo 554 crianças jovens (298 ♂ e 256 ♀); Vaalwater (140 ♂ e 129 ♀) idades 6 e 19 anos.	Descrever e analisar o padrão de distribuição da gordura corporal em crianças negras sul-africanas.	Altura Peso Pregas de adiposidade: Tricipital Subescapular Abdominal Suprailíaca Crural e Geminal	Os resultados da análise em componentes principais na infância e pré adolescência sugerem uma correlação negativa entre a gordura absoluta e a centralizada. Durante a adolescência não se registou nenhuma associação entre os níveis absolutos de gordura e a gordura centralizada.
Maia et al. (1995)	Moçambique	180 ♀ pré e pós pubertárias.	Analisar o padrão de adiposidade	Pregas de adiposidade: Tricipital Subescapular Supraespinhal Abdominal Crural e Geminal	Os valores das pregas de adiposidade foram elevados nas raparigas pós-puberes, ainda que nos dois grupos a maiores valores se tenham registado ao nível do tronco.
Maia et al. (2002)	Moçambique	1846 sujeitos (863 ♂ e 983 ♀) idades 9-17 anos.	Descrever e interpretar o significado e o alcance do padrão de adiposidade subcutânea em função da idade, sexo, maturação biológica e estatuto socioeconómico	Pregas de adiposidade: Tricipital, Subescapular, Suprailíaca, Abdominal, Crural e Geminal	Os rapazes e raparigas de estatuto socioeconómico mais elevado não só revelaram maiores valores no índice de massa corporal e % de gordura, como também maiores valores de gordura centralizada.

Dos estudos revistos ficou notória uma variabilidade étnica importante, sendo o ESE apontado como um dos factores que explica essa variabilidade. Os rapazes e as raparigas de ESE mais elevado possuem maiores valores de IMC, percentagem de gordura e maior quantidade de gordura centralizada. Indivíduos com poucos recursos tendem a consumir alimentos menos nutritivos e menor quantidade de frutas. Além disso, ser gordo ou ter excesso de peso, num país em desenvolvimento, é muitas vezes visto positivamente, isto é, torna-se um sinal exterior de sucesso e prestígio social. No que concerne ao padrão de adiposidade na infância, pré adolescência e adolescência os resultados revelaram uma correlação negativa entre a gordura absoluta e a centralizada. As raparigas apresentam valores das pregas de adiposidade mais elevados e um potencial para

o *catching up* durante a puberdade após a condição de *stunting* em idades anteriores. Por outro lado, evidenciam elevados níveis de gordura corporal de tipo ginóide, um perfil de distribuição característico do desenvolvimento da obesidade em mulheres negras africanas. A maior prevalência da obesidade observada nas raparigas, sobretudo após a menarca, não parece de todo surpreendente por se reconhecer alterações hormonais importantes nesta fase.

Conclusões

Em síntese, nos países em transição tem-se verificado uma coexistência paradoxal da subnutrição, excesso de peso e obesidade. No entanto, os mecanismos desta coexistência ainda não estão bem estabelecidos. Também ficou evidente uma grande variabilidade étnica na composição corporal, sendo que as crianças europeias apresentam com mais frequência um depósitos de gordura periférica, enquanto que as afro-americanas, africanas, mexicano-americanas e índio-americanas apresentam um maior depósito central de gordura corporal, factor responsável por algumas comorbidades. Nos países em desenvolvimento observa-se uma tendência para uma associação positiva entre o ESE e a obesidade. As profundas alterações sócio-económicas e culturais registadas nestes países parecem explicar o aumento da prevalência da obesidade nas populações, com uma forte tendência para o depósito centralizado de gordura, factor que concorre para desenvolvimento de condições mórbidas.

A presença de doenças emergentes como a obesidade em países em desenvolvimento coloca uma série de desafios para a saúde pública em geral, e para a epidemiologia em particular. O primeiro deles diz respeito ao aperfeiçoamento dos sistemas de vigilância epidemiológica tornando-os (1) aptos a detectar precocemente o aparecimento de algo inusitado ou, (2) as modificações no comportamento habitual de determinadas doenças, (3) bem como no aperfeiçoamento de técnicas e métodos de abordagem das características epidemiológicas apoiadas num quadro interpretativo ajustado à realidade

contextual africana. Outrossim, o espectro de implicações clínicas do excesso de peso na infância e na adolescência ainda não está bem estabelecido. A maior parte da informação é proveniente de pesquisas transversais. Por isso são necessárias evidências empíricas oriundas de estudos longitudinais, sobretudo em países africanos.

Bibliografia

ACC/SCN - Fourth report on the world nutrition situation. January 2000: nutrition throughout the life cycle. Geneva: Administrative Committee on Coordination. Standing Committee on Nutrition. International Food Research Institute (2000).

Barden, E.M., Zemel, B.S., Kawchak, D.A., Goran, M.I., Ohene-Frempong, K., Stallings, V.A. - Total and resting energy expenditure in children with sickle cell disease. *Journal Paediatric*. 136: 1 (2000) 73-79.

Baumgartner, R.N., Roche, A.F., Guo, S., Chumlea, W.C., Ryan, A.S. - Fat patterning and centralized obesity in Mexican-American children in Hispanic Health and Nutrition Examination Survey (HHANES 1982-1984). *American Journal of Nutrition*. 51 (1990) 936S-943S.

Baumgartner, R.N., Roche, A.F., Guo S. - Adipose tissue distribution: the stability of principal components by sex, ethnicity and maturation stage. *Human Biology*. 58: 5 (1986) 719-35.

Belahsen, R., Mziwira, M., Fertat, F. - Anthropometry of women of childbearing age in Morocco composition and prevalence of overweight and obesity. *Public Health Nutrition*. 7: 4 (2004) 523-530 (8).

Bénéfice, E., Garnier, D., Simondon, K.B., Malina, R.M. - Relationship between stunting in infancy and growth and fat distribution during adolescence in Senegalese girls. *European Journal of Clinical Nutrition*. 55: 1 (2001) 50-8.

Bogin, B., McVean R.B. - Nutritional and biological determinants of body fat patterning in urban Guatemalan children. *Human Biology*. 53 (1981) 256-268.

Bogin, B., Sullivan, T. - Socioeconomic status, sex, age, and ethnicity as determinants of body fat distribution for Guatemalan children. *American Journal of Physical Anthropology*. 69: 4 (1986) 257-535.

Brand, J.C., Snow, B.J., Nabhan, G.P., Taswell, A.S. (1990): Plasma glucose and insulin responses to traditional Pima Indian meals. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 51: 3 (1990) 416-420.

Bray, G.A., Popkin, B.M. - Dietary fat intake does affect obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 68: 6 (1998) 1157-1173.

Broussard, B.A., Johnson, A., Himes, J.H., Story, M., Fichtner, R., Hauck, F., Backman-Carter, K., Heyes, J., Frohlich, K., Gray, N., Balway, S., Gohdes, D. - Prevalence of obesity in American Indian and Alaskan Natives. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 53: 6 (1991) 1535S-1542S.

Bundred, P., Kitchiner, D, Buchan, I. - Prevalence of overweight and obese children between 1989 and 1998: population based series of cross sectional studies. *BMJ*. 322: 7282 (2001) 1-4.

Cameron, N., Getz, B. - Sex difference in the prevalence of obesity in rural African adolescent. *International Journal of Obesity*. 21: 9 (1997) 775-82.

Cameron, N., Johnston, F.E., Kgamphe, J.S., Lunz R. - Body fat patterning in rural South African black children. *Annals of Human Biology*. 19 (1992) 23-33.

Chakravarthy, M.V., Booth, F.W. - Eating, exercise, and “thrifty” genotypes: connecting the dots toward an evolutionary understanding of modern chronic diseases. *Journal of Applied Physiology*. 96 (2004) 3-10.

Cole, T.J., Bellizzi, M.C., Flegal, K.M., Dietz, W.H. - Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 320: 7244 (2000) 1240-1243.

Das, U.N. - Obesity, metabolic syndrome X, and inflammation. *Nutrition*. 18: 5 (2002) 430-438.

Davies P.S.W., Cole T.J. (1995): *Body Composition Techniques in Health and Disease*. Society for the Study of Human Biology Symposium, 36. Cambridge University Press. Cambridge.

Deurenberg, P. - Universal cut-off points for obesity are not appropriate. *The British Journal of Nutrition*. 85: 2 (2001) 135-136.

De Onis, M., Blossner, M. - Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. *American Journal of Clinical Nutrition*. 72: 4 (2000) 1-28.

Dietz, W.H., Gortmaker, S.L. - Preventing obesity in children and adolescents. *Annual Review of Public Health*. 22 (2001) 337-53.

Drewnowski, A., Popkin, B.M. - The nutrition transition: new trends in the global diet. *Nutrition Reviews*, 55: 2 (1997) 31- 43.

Ebbeling, C.B., Pawlak, D.B., Ludwig, D.S. - Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet*. 360: 9331 (2002) 473–482.

Facchini, F. et al. - Body composition in central Asia populations: Fat patterning variation in the Kazakhs of the Tien Shan Mountains and the Uighurs of Semericia. *American Journal of Human Biology*. 10: 2 (1998) 241-247.

Francischi, R.P.R. et al – Obesidade: atualização sobre sua etiologia, morbidade e tratamento. *Revista de Nutrição*. 13:1 (2000) 17-28.

FAO (Food and Agriculture Organization) - FAO production yearbook, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation, 1998. (FAO statistics series, no. 104).

Freedman, D.S., Perry, G. - Body composition and health status among children and adolescents. *Preventive Medicine*. 31: 2 (2000) S34-S53.

Frye, C., Heinrich, J. - Trends and predictors of overweight and obesity in East German children. *International Journal of Obesity*. 27: 8 (2003) 963–969.

Frisancho AR. - Reduced rate of fat oxidation: A metabolic pathway to obesity in the developing nations. *American Journal of Human Biology*. 15: 4 (2003) 522-532.

Fox, K., Peters, D., Armstrong, N., Sharpe, P., Bell, M. - Abdominal fat deposition in 11-year-old children. *International Journal of Obesity*. 17: 1 (1993) 11-16.

Georges, E., Mueller, W.H., Wear, M.L. - Body fat distribution: associations with socioeconomic status in the Hispanic Health and Nutrition Examination Survey. *American Journal of Human Biology*. 3: 5 (1991) 489-501.

Goodpaster, B.H. - Measuring body fat distribution and content humans. *Current Opinion Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 5: 5 (2002) 481-487.

Goran, M.I., Koskoun, M., Shuman, W.P. - Intra-abdominal adipose tissue in young children. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 19: 4 (1995a) 279-83.

Goran, M.I., Carpenter, W.H., McGloin, A., Johnson, R., Hardin, M., Weinsler, R.I. - Energy expenditure in children of lean and obese parents. *American Journal of Physiology*. 268: 5 (1995b) E917-E924.

Goran, M.I., Nagy, T.R., Treuth, M.S., Trowbridge, C., Dezenberg, C., McGloin A. - Visceral fat in white and African American prepubertal children. *American Journal of Clinical Nutrition*. 65: 6 (1997) 1703-8.

Goran, M.I. - Metabolic precursors and effects of obesity in children: a decade of progress, 1990–1999. *American Journal of Clinical Nutrition*. 73: 2 (2001) 158–171.

Greaves, K.A., Puhj, J., Baranowski, T., Gruben, D., Seale D. -Ethnic differences in anthropometric characteristics of young children and their parents. *Human Biology*. 61: 3 (1989) 459-477.

Guo, S.S., Huang, C., Maynard, L.M. - BMI during childhood, adolescence, and young adulthood in relation to adult overweight and adiposity: the Fels Longitudinal Study. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 24: 2 (2002a) 1628-35.

Guo, S.S., Chumlea, W.C., Roche, A.F. (2002b). Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. *American Journal of Clinical Nutrition*. 76: 3 (2002b) 653–658.

Gultekin, T., Akin, G., Ozer, B.K. - Gender differences in fat patterning in children living in Ankara. *Anthropologischer Anzeiger*. 63: 4 (2005) 427-37.

Hakala, P., Rissanen, A., Koskenvuo, M., Kaprio, J., Ronnema, T. - Environmental factors in the development of obesity in identical twins. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 23 (1999) 746–753.

Hebebrand, J., Wulfstange, H., Goerg, T., Ziegler, A., Hinney, A., Barth, N., Mayer, H., Renschmidt, H. - Epidemic obesity: are genetic factors involved via increased rates of assortative mating? *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 24. 3 (2000) 345–353.

Higgins, P.B., Gower, B.A., Hunter, G.R., Goran, M.I. - Defining health-related obesity in pubertal children. *Obesity Research*. 9: 4 (2001) 233-240.

Hill, J.O., Sidney, S., Lewis, C.E., Tolan, K., Scherzinger, A.L., Stamm E.R. - Racial differences in amounts of visceral adipose tissue in young adults: the CARDIA (Coronary Artery Risk Development in Young Adulth) study. *American Journal of Clinical Nutrition*. 69: 3 (1999) 381-387.

Hoffman D.J., Sawaya A.L., Coward W.A. - Energy expenditure of stunted and non-stunted boys and girls living in the shantytowns of Sao Paulo, Brazil. *American Journal of Clinical Nutrition*. 72: 4 (2000) 1025.

Jackson M.Y. - Height, weight and body mass index of American Indian schoolchildren, 1990-91. *Journal of the American Dietetic Association*. 93: 10 (1993) 1136-1140.

Johnston, F.E., Sanjeer, InDar, Jit., Indech, G.D. - Fatness and fat patterning in 12-17-year-old youth from the Chandigarh zone of northwest India. *American Journal of Human Biology*. 3: 6 (1991) 587-597.

Katzmarzyk, P.T., Tremblay, A., Pérusse, L., Després, J.P., Bouchard C. -The utility of international child and adolescent overweight guidelines for predicting coronary heart disease risk factors. *Journal of Clinical Epidemiology*. 56: 5 (2003) 456-462.

Katzmarzyk, P.T., Bouchard C. - Genetic influences on Human body composition. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z.; Going SB. editors. Human body composition. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers. (2005). 177-201. ISBN: 0-7360-4655-0.

Kesaniemi, Y.A., Danforth, E., Jensen, M.D., Kopelman, P.G., Lefebvre, P., Reeder B.A. - Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 33: 6 (2001) S351-S358.

Kelley, D.E., Goodpaster, B.H., Storlien, L. - Muscle triglyceride and insulin resistance. *Annual Review of Nutrition*. 22 (2002) 325-346.

Kramer, R.F. - Body weight and mortality. *Nutrition Reviews*. 51 (1992)127-136.

Keys, A., Brozek, J., Henschel, A., Mickelsen, O., Taylor, H.L. - The biology of human starvation. Minneapolis: University of Minnesota Press. 1950.

Kruger, H.S., Venter, C.S., Vorster, H.H. - Obesity in African women in the North West Province, South Africa is associated with an increased risk of non-communicable disease: the THUSA study. *The British Journal of Nutrition*. 86: 6 (2001) 733.

Kruger, H.S., Margetts, B.M., Vorster, H.H. - Evidence for relatively greater subcutaneous fat deposition in stunted girls in the North West province, South Africa, as compared with non-stunted girls. *Nutrition*. 20: 6 (2004) 564-9.

Kruger, H.S., Venter, C.S., Vorster, H.H. - Physical inactivity as a risk factor for cardiovascular disease in communities undergoing rural to urban transition: the THUSA study. *Cardiovascular Journal of South Africa*. 14:1 (2003) 16-22.

Kuczmarski, R.J., Flegal, K.M. - Criteria for definition of overweight in transition: background and recommendations for the United States. *American Journal of Clinical Nutrition*. 72: 5 (2000) 1074-1081.

Lemieux S.; Prud'homme D.; Bouchard C.; Tremblay A.; Despres J.P. Sex differences in the relation of visceral adipose tissue accumulation to total body fatness. *American Journal of Clinical Nutrition*. 58: 4 (1993) 463-467.

Lohman T.G., Houtkoper L., Going S.B. - Body fat measurements goes high tech. Not all are created equal. *ACSM's Health & Fitness Journal*. 1: 1 (1997) 30 - 35.

Maffeis, C., Pietrobell, A., Grezzani, A., Provera, S., Tato L. - Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obesity Research*. 9: 3 (2001) 179-187.

Maia, J., Prista, A., Marques, A. - Fat patterning in pre-and-post-pubertal girls from Maputo, Mozambique: an exploratory study. In Coestsee M.F., Heerden H.J. ed. lit. – ICPAFR (International Council for Physical Activity and Physical Fitness Research) Symposium - Nutrition and Physical Activity. University of Zululand. South Africa: Department of Human Movement Science, 1995. 76-84.

Maia, J., Bacelar, S. - Padrão de adiposidade em jovens andebolistas: um estudo factorial exploratório e confirmatório. In Branco J., Gomes P., Prata J. (eds), Bom Senso e Sensibilidade. Traves Mestras da Estatística. Edições Salamandra. Lisboa. 1996. 619-628.

Maia, J., Prista, A., Saranga, S. - Padrão de Adiposidade subcutânea. Efeito da idade, sexo, maturação biológica e estatuto socio-económico. In: Prista A., Maia J., Saranga S., Marques A.T. (eds). Saúde, crescimento e desenvolvimento: um estudo epidemiológico em crianças e jovens de Moçambique. Porto: FCDEF. Universidade do Porto. 2002. 33-47.

Malina, R.M. - Patterns of development in skinfolds of negro and white Philadelphia children. *Human Biology*. 38: 2 (1966) 89-103.

Malina, R.M., Bouchard, C., Bar-Or, O. - Growth, maturation, and physical activity, 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics. 2004.

Malina, R. - Variation in body composition associated with sex and ethnicity. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z.; Going SB. (Editors). Human body composition. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2005. 271-298. ISBN: 0-7360-4655-0.

Mark, D., Alan, D.M., Donald, T.D., Jan, P.C., Michael, J.M.J. - Waist-to-hip ratio and adipose tissue distribution: contribution of subcutaneous adiposity. *American Journal of Human Biology*. 15: 3 (2003) 428-432.

Martorell R.; Kettel Khan L.; Hughes M.L. Grummer-Strawn LM. - Overweight and obesity in preschool children from developing countries. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 24: 8 (2000) 956-967.

Maynard, L.M., Wisemandle, W., Roche, A.F., Chumlea, C., Guo, S.S., Siervoger, R.M. - Childhood body composition in relation to body mass index. *Paediatrics*. 107: 2 (2001) 344-350.

Mondini L., Monteiro C.A. - Relevância epidemiológica da desnutrição e obesidade em distintas classes sociais: método de estudo e aplicação à população brasileira. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 1:1 (1998) 28-39.

Moreno, LA, Sarria, A, Fleta, J, Rodriguez, G, Bueno M. - Trends in body mass index and overweight prevalence among children and adolescents in the region of Aragon (Spain) from 1985 to 1995. *International Journal of Obesity*. 24 (2000) 925–931.

Monyeki, K.D., van Lenthe, F.J., Steyn, N.P. - Obesity: does it occur in African children in rural community in South Africa? *International Journal of Epidemiology*. 28 (1999) 287-292.

Monteiro, C.A., Conde, W.L., Lu, B., Popkin, B.M. - Obesity and inequities in health in the developing world. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 28: 9 (2004) 1181-1186.

Mokdad, A.H., Ford, E.S., Browman, B.A., Dietz, W.H., Vinicor, F., Bales, V.S., Marks, J.S. - Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *JAMA*. 289: 1 (2003)76-79.

Mueller, W.H. - Ethnic differences in fat distribution during growth. In: Bouchard C, Johnston F.E. (eds). *Fat Distribution During Growth and Later Health Outcome*. New York: Liss,1988. 127-145.

Mueller, W.H. - The change with age of the anatomical distribution of fat. *Social Science & Medicine*. 16: 2 (1982) 191-96.

O'Loughlin, J., Paradis, G., Meshefedjian, G., Gray-Donald, K. - A five-year trend of increasing obesity among elementary schoolchildren in multiethnic, low-income, inner-city neighbourhoods in Montreal, Canada. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 24 : 9 (2000) 1176–1182.

Ogden, C.L., Flegal, K.M., Carroll, M.D., Johnson, C.L. - Prevalence and trend in overweight among US children and adolescents, 1999-2000. *JAMA*. 288: 14 (2002) 1721-1732.

Ohrvall, M., Berglund, L., Vessby, B. - Sagittal abdominal diameter compared with other anthropometric measurements in relation to cardiovascular risk. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 24: 4 (2000) 497-501.

OMS – Saúde em África. Brazzaville, Congo: Organização Mundial da Saúde, 2002.

Pasquet, P., Temgoua, L.S., Melaman-Sego, F., Froment, A., Rikong-Adié, H. - Prevalence of overweight and obesity for urban adults in Cameroon. *Annals Human Biology*. 30: 5 (2003) 551-562.

Popkin, B.M., Richards, M.K., Monteiro, C.A. - Stunted is associated with overweight in four nations that are undergoing the nutrition transition. *Journal Nutrition*. 126: 12 (1996) 3009-16.

Popkin, B.M. - The nutrition transition and its health implications in lower-income countries. *Public Health Nutrition*. 1: 1 (1998a) 5-59.

Popkin, B.M., Doak, C.M. - The obesity epidemic is a worldwide phenomenon. *Nutrition Reviews* 56: 4 (1998) 106-114.

Popkin, B.M. - The nutrition transition and obesity in the developing world. *The Journal of Nutrition*. 131: 3 (2002) 871S-973S.

Prata, R.P. - A transição epidemiológica no Brasil. *Caderno de Saúde Pública*. 8: 2 (1992) 168-75.

Prista, A. - Condições socio-económicas e aspectos culturais nos estudos do crescimento, maturação, aptidão física e actividade: a experiência de Moçambique In: *Cultura e Contemporaneidade na Educação Física e no Desporto. E Agora? Edição Especial, São Luis do Maranhão: Universidade de Maranhão, 2002.29-34. Coleção Prata da Casa.*

Rebato, E., Salces, I., San Martin L., Rosique, J. - Fat distribution in relation to sex and socioeconomic status in children 4-19 years. *American Journal Human Biology*. 10: 6 (1998) 799-806.

- Rankinen, T., Kim S.Y., Perusse, L., Després, J.P., Bouchard, C.** - The prediction of abdominal visceral fat level from body composition and anthropometry. ROC analysis. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 23: 8 (1999) 801-809.
- Reddy, B.N.** - Body mass and its association with socioeconomic and behavioural variables among socioeconomically heterogeneous populations of Andhra Pradesh India. *Human Biology*. 70: 5 (1998) 901-917.
- Reilly, J.J.** - Assessment of childhood obesity: national reference data or international approach? *Obesity Research*. 10: 8 (2002) 838-840.
- Roche, A.F., Heymsfield, S.B., Lohman, T.G.** (eds) - Human Body Composition. Human Kinetics. Champaign, 1996.
- Sardinha L.B., Teixeira P.** - Measuring adiposity and fat distribution in relation to health. In : Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z.; Going SB. (Editors). Human body composition. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2005. 177-201. ISBN: 0-7360-4655-0.
- Sawaya A.L. Dallal G., Solymos G.** - Obesity and malnutrition in a shantytown population in the city of Sao Paulo, Brazil. *Obesity Research*. 3: Suppl. 2 (1995) s107.
- Savva SC., Tornaritis M., Savva M.E., Kourides Y., Panagi A., Silikiotou N., Georgiou C., Kafatos A.** - Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 24: 11 (2000) 1453-1458.
- Sichieri, R., Coitinho, C.D., Pereira, R.A., Marins, V.M.R., Moura, A.S.** - Variações temporais do estado nutricional e de consumo alimentar no Brasil. *PHYSIS – Revista de Saúde Colectiva*. 7: 2 (1997) 31-50.
- Sinaiko, A.R., Steinberger, J., Moran, A., Prineas, R.J., Jacobs, D.** - Relation of insulin resistance to blood pressure in childhood. *Journal of Hypertension*. 20: 3 (2002) 509-517.
- Sinha, R., Fisch, G., Teague, B., Tamborlane, W.W., Banyas, B., Allen, K., Savoye, M., Rieger, V., Taksali, S., Barbetta, G., Sherwin, R.S., Caprio S.** - Prevalence of impaired glucose tolerance among children and adolescents with marked obesity. *The New England Journal of Medicine*. 346: 11 (2002) 802-810.
- Smith, C., Rinderknecht, K.** - Obesity correlates with increased blood pressures in urban Native American youth. *American Journal Human Biology*. 15:1 (2003) 78-90.
- Speakman, J.R.** - Obesity: The integrated roles of environment and genetics. *American Society of Nutritional Sciences*. 134: 8 Suppl. (2004) 2090S-2105S.
- Stettler N et al.** - Prevalence and risk factors for overweight and obesity in children from Seychelles, a country in rapid transition: the importance of early growth. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 26: 2 (2002) 214-219.
- Steyn, K. et al.** - Risk factors for coronary heart disease in the black population of the Cape Peninsula. The BRISK study. *South African Medicine Journal*. 86:5 (1991) 572
- Sugarman, J.R., White, L.L., Gilbert, T.J.** - Evidence for a secular change in obesity, height, and weight among Navajo Indian schoolchildren. *American Journal of Clinical Nutrition*. 52: 6 (1990) 960-966.

Srinivasan, S.R., Myers, L., Berenson, G.S. - Predictability of childhood adiposity and insulin for developing resistance syndrome (syndrome X) in young adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Diabetes*. 51: 1 (2002) 204–209.

Talabi, A.E., Embola, L., Ogunsakin, E.A. (2005): Urban-rural and ethnic trends in body composition and fitness of Kwara State (Nigeria) primary school children. (2005) <http://www2.ncsu.edu/ncsu/aern/ruban.html>

Teixeira, P.J. et al. - Total and regional fat and serum cardiovascular disease risk factors in lean and obese children and adolescents. *Obesity Research*. 9: 8 (2001) 432-442.

Tounian, P. et al - Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children: a prospective study. *Lancet*. 358: 9291 (2001)1400–1404.

Turcato, E., Bosello, O., Di Francesco, V., Harris, T.B., Zoico, E., Bissoli, L., Fracassi, E., Zamboni, M. - Waist circumference and abdominal sagittal diameter as surrogates of body fat distribution in the elderly: their relation with cardiovascular risk factors. *International Journal of Obesity*. 24: 8 (2002) 1005-1010.

Wajchenberg B.L. - Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocrine Reviews*. 21: 6 (2000) 697-738.

World Health Organization WHO. - Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Geneva. World Health Organisation, 2000.

World Health Organization WHO - Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of WHO Consultation on obesity. Geneva, 1998.

World Health Organization WHO - Saúde em Africa: Escritório regional africano, Brazzaville, Congo. (2002).

World Bank - World development indicators. [CD-ROM]. Washington, DC: World Bank, 1999.

Wu, C.H., Yao, W.J., Lu, F.H., Yang, Y.C., Wu, J.S., Chang, C.J. - Sex differences of body fat distribution and cardiovascular dysmetabolic factors in old age. *Age Ageing*. 30: 4 (2001) 331-336.

III - PARTE ESTUDOS EMPÍRICOS

Capítulo 4

Similaridade familiar em características antropométricas numa população rural de Moçambique: estimativa de efeitos genéticos e ambientais.

**Sílvio Saranga, Leonardo Nhantumbo, António Prista, Gaston Beunen, Jorge Rocha,
Sarah Williams-Blangero, José Maia**

Artigo em preparação para a revista Human Biology

Similaridade familiar em características antropométricas numa população rural de Moçambique: estimativa de efeitos genéticos e ambientais.

Familial clustering in somatic dimensions in rural population of Mozambique. Genetic and environmental effects.

Resumo

Objectivos: O presente estudo teve como propósito fundamental investigar a importância da influência genética e do envolvimento em distintos indicadores somáticos de famílias nucleares da região de Calanga, Moçambique. **Metodologia:** A amostra foi constituída por 556 indivíduos (281 do sexo masculino e 275 do sexo feminino) com idades compreendidas entre os 7 e os 72 anos, residentes na localidade rural de Calanga-Manhiça, província de Maputo, Moçambique, pertencentes a duas gerações de 139 famílias nucleares. Estes sujeitos fazem parte da 1ª etapa do projecto “Estudo Variabilidade Biológica em Moçambique. As medidas antropométricas utilizadas foram as seguintes: altura, peso, altura sentado, pregas de adiposidade subcutânea tricípital, subescapular, abdominal e geminal, perímetros braquial relaxado, braquial tenso e geminal. **Principais resultados:** Os valores de heritabilidade (h^2) mais elevadas foram observadas na altura (60%), peso (58%), altura sentado (47%), prega tricípital (50%) e perímetro de braço relaxado (47%). No IMC, na prega abdominal e no perímetro geminal as estimativas de h^2 não foram significativas. **Conclusões:** O padrão de correlações intra-familiares sugere uma influência distinta do envolvimento nos diferentes elementos das famílias. Contudo, os valores de heritabilidade expressam a influência dos factores genéticos em todos os fenótipos, com excepção do IMC, prega abdominal e perímetro geminal em que as estimativas de heritabilidade não são significativamente diferentes de zero.

Palavras-chave: Crescimento, famílias, genético, ambiental, Calanga, Moçambique

Abstract

Aim: The objective of the present study was to establish the genetic and environmental determinism on somatic indicators in Mozambican nuclear families from a rural area. **Methodology:** A sample of 556 subjects (281 males and 275 females) aged 7 to 72, residents in Calanga, an isolated rural area, who belong to two generations of 139 nuclear families, participated on the study. Anthropometric measurements used were: height, weight, sitting height, skinfolds (triceps, subscapular, abdominal, and calf), and arm and calf circumference. **Results:** Observed values of heritability (h^2) were significant for height (60%), weight (58%), sitting height (47%) and triceps (50%). Estimates of (h^2) were not significant for BMI, abdominal skinfold and calf circumference. **Conclusions:** Patterns of familiar correlations suggests a different environmental determinism across the variables. However, heritability values expressed a marked genetically influence in several somatic indicators.

Key Words: Growth, family, genetic, environment, Calanga, Mozambique

Introdução

Os estudos de crescimento somático realizados nos países em desenvolvimento localizados na África, na América do Sul e no Sudeste Asiático têm salientado, com muita frequência, prevalências elevadas de *stunting* e *wasting* (Monyeki et al., 2000; Monteiro et al., 2002; Shah et al., 2003). Condições ambientais adversas, nomeadamente higiénicas, sanitárias e nutricionais condicionadas pela pobreza e isolamento económico têm sido apontados como sendo factores responsáveis por tais *deficits* no crescimento estatura-ponderal (Monyeki et al., 2000; Prista et al., 2003). Em condições ambientais favoráveis, a maioria dos fenótipos descritores das características somáticas de uma dada população apresentam uma grande variabilidade espelhada nas cartas de crescimento, realçando a importância dos factores genéticos e a sua interacção com o meio ambiente. Por exemplo, nos países desenvolvidos, a magnitude da explicação atribuída aos factores genéticos de características complexas, tais como a estatura, o peso e os índices deles derivados situa-se acima de 50% (Silventoinen et al., 2000; van Demmelen et al., 2004). Pelo impacto inequívoco das condições ambientais adversas dos países em desenvolvimento, as semelhanças familiares, reflectidas nos valores de correlação entre irmãos e ou entre filhos e pais biológicos tendem a produzir valores abaixo dos esperados, para além de mostrarem valores reduzidos de heritabilidade (Roberts et al., 1978; Arya et al., 2002).

Ainda que se reconheça esta circunstância, e a relevância biológica da plasticidade fenotípica em resposta às condições ambientais, as pesquisas acerca do valor dos factores hereditários das mais diversas características biológicas de populações de países em desenvolvimento, em particular nos africanos, é bastante escassa. O único estudo que conseguimos localizar com populações africanas foi o de Roberts et al. (1978), em que se procurou estimar os valores de heritabilidade (h^2) e de correlação entre familiares para a estatura em populações rurais da Gâmbia, cuja principal fonte de subsistência era a agricultura

tradicional. As correlações para a estatura entre cônjuges, pais e filhos e entre irmãos revelaram-se baixos ($0.33 \leq r \leq 0.43$) quando comparadas com as observadas em populações europeias e americanas. Daqui que se tenha sugerido uma influência ambiental substancial na variância da estatura desta população relativamente à que se encontra nas populações europeias e americanas. Estudos realizados na Índia (Kaur e Singh, 1981; Sharma et al., 1984; Byard et al., 1985; Arya et al., 2002), México (Little e Malina, 2005), Colômbia (Mueller e Titcomb, 1977) e Brasil (Province e Rao, 1985) suportam a ideia do condicionamento de diferentes características somáticas como a altura, o peso, a altura sentado, os diâmetros ósseos, e as pregas de adiposidade subcutânea aos factores ambientais em detrimento da potencialidade de influência genética.

As pesquisas realizadas em Moçambique acerca do crescimento somático, desempenho motor e vigilância epidemiológica, nutricional, higiénica e de doenças infecto-contagiosas têm salientado (1) os efeitos adversos da guerra e das dificuldades económicas na elevada prevalência de *stunting* e *wasting* (Prista et al., 2003; Prista et al., 2005); (2) a elevada variabilidade estaturponderal associada ao estatuto sócio-económico favorecendo crianças e jovens de estatuto mais elevado (Prista et al., 2005), e (3) a necessidade de atribuição de significado biológico contextualizado, de vigilância epidemiológica e de intervenção imediata dos serviços de saúde pública (Prista et al., 2003). Em condições ambientais adversas e de variabilidade de resposta das famílias nucleares de comunidades locais africanas de magros recursos económicos e de subsistência, a informação acerca da importância dos factores genéticos é praticamente inexistente. O presente estudo teve como propósito fundamental investigar a importância dos factores genéticos e ambientais nos distintos indicadores somáticos de famílias nucleares da região de Calanga, Moçambique.

Material e métodos

Amostra

A amostra é constituída por 556 indivíduos (281 do sexo masculino e 275 do sexo feminino) com idades compreendidas entre os 7 e os 72 anos residentes na localidade rural de Calanga-Manhiça, província de Maputo, Moçambique, pertencentes a duas gerações de 139 família nucleares (ver Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos sujeitos por idade sexo e grau de parentesco

	Amostra	Média±dp	Amplitude
Sexo			
Masculino	281	20.16±15.61	7 — 72
Feminino	275	19.01±13.88	7 — 71
Parentesco			
Pai	50	44.50±10.31	25 — 72
Mãe	56	38.82±9.38	20 — 71
Filho	142	11.58±3.00	7 — 17
Filha	136	10.85±2.63	7 — 17

Estes sujeitos fazem parte da 1ª etapa do projecto “Estudo Variabilidade Biológica em Moçambique”, que tem como principal propósito oferecer informação sobre a variabilidade na população Moçambicana, seu significado e alcance na componente da saúde pública, das políticas socio-económicas e educativas. Moçambique fica situado na costa oriental do continente africano, tendo um território de 799.390 Km² (ver Figura. 1). A população moçambicana foi oficialmente estimada em ≈ 20 milhões de habitantes (INE, 2006). A localidade de Calanga pertence ao Distrito da Manhiça, que situa-se a 75Km a norte de Maputo, tem uma superfície de 2.373Km², o seu limite a norte é o distrito de Magude, a Nordeste o distrito de Bilene, Este o Oceano Índico, a Sul o distrito de Marracuene e a Sudeste o Distrito da Moamba. A população da Calanga foi estimada em 9.451 pessoas (INE, 2006).



Figura 1: Localização de Moçambique.

A principal fonte de subsistência da população é a agricultura familiar. As famílias desta comunidade são classificadas como pertencentes a um estrato socio-económico baixo. As habitações são de construção precária, não há água canalizada nem energia, não há assistência médica e a rede escolar é deficitária. As vias de acesso são de terra batida, não sendo transitáveis em alguns períodos do ano. Os objectivos do estudo foram antecipadamente explicados aos pais, bem como às direcções das escolas, chefe e oficiais do posto administrativo e líderes comunitários. Aos encarregados de educação com alguma literacia foi-lhes solicitado que lessem e assinassem um consentimento informado preparado para o efeito, e que detalhava os objectivos e procedimento essenciais do estudo; aos encarregados de educação sem literacia, o mesmo consentimento informado foi-lhes lido e explicado em língua local, tendo sido solicitado a impressão digital do dedo indicador direito 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 Comité Nacional de Bioética para a Saúde.

Medidas antropométricas

As medidas antropométricas obtidas nas famílias foram as seguintes: altura, peso, altura sentado, pregas de adiposidade subcutânea tricipital, subescapular, abdominal e geminal, perímetros braquial relaxado, braquial tenso e geminal. Os procedimentos técnicos adoptados para obtenção de dados foram descritos e padronizados por Lohman et al. (1988). Para a altura foi usado o estadiómetro de Marca *Harpender* com aproximação aos milímetros. O peso foi medido na balança de marca *Secca* com aproximação ao 0.5 quilograma. Para medição das pregas de adiposidade foi utilizado o adipómetro de marca *GPM*, com um campo de aplicação 0-45 milímetros. Os perímetros foram medidos com fita métrica da marca *Holtan*, graduada em milímetros com zero afastado do início da fita. Para os diâmetros foi utilizado compasso pequeno de pontas redondas, marca *GPM* com campo de aplicação 300 milímetros. Motivos de ordem sócio-cultural condicionaram a recolha de todas as medidas somáticas nos progenitores.

Procedimentos estatísticos

A análise dos resultados foi efectuada em diferentes etapas. A primeira compreendeu a análise exploratória dos dados, que foi realizada de acordo com os procedimentos habituais para verificar (1) eventuais erros de entrada de informação, (2) identificação de *outliers* com base nos diagramas de extremos e quartis, assim como a normalidade das distribuições através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Seguidamente, foi utilizado o PEDSTATS (Wigginton e Abecasis, 2005) para inspeccionar a estrutura das famílias. Neste *software* foi também efectuada a análise exploratória da informação no que diz respeito aos indicadores somáticos no seio das famílias. Na segunda etapa procedeu-se à transformação dos dados originais das pregas de adiposidade tricipital, abdominal, geminal, soma das pregas e IMC em logarítmicos naturais, face à forte assimetria dos seus valores. Na terceira etapa foram calculadas as estatísticas descritivas, média e desvio padrão em função do grau de parentesco.

Com o propósito de remover o efeito de covariáveis dos fenótipos em estudo recorreu-se à regressão linear múltipla com solução *stepwise*. As covariáveis testadas foram as seguintes: idade, sexo, idade*sexo, idade², idade³. Neste procedimento, a análise dos dados dos pais e dos filhos foi feita separadamente devido ao facto de pertencerem a gerações distintas. Do melhor modelo em cada um dos fenótipos testados, foram considerados os resíduos estandardizados da regressão para cálculo posterior das correlações intra familiares e para estimar a heritabilidade. Uma parte substancial dos cálculos foi realizada no *software* estatístico SPSS 15.0. As correlações entre familiares (módulo FCOR) e a heritabilidade (módulo ASSOC) foram estimadas no *software* de epidemiologia genética S.A.G.E. 5 (S.A.G.E., 2005). Em todas as análises foi estabelecido um nível de significância de 5%.

Apresentação dos resultados

A Tabela 2 apresenta os valores referentes às estatísticas descritivas das diferentes características antropométricas dos pais, mães, filhos e filhas. À excepção do perímetro geminal, os valores médios das variáveis somáticas dos pais biológicos são superiores aos dos filhos.

A Tabela 3 apresenta os valores de correlações intra-familiares para os fenótipos em análise. As correlações entre os cônjuges são moderadas ($0.25 \leq r \leq 0.62$) para o peso, altura, altura sentado, IMC, perímetro do braço relaxado e perímetro de braço tenso. Em contrapartida são negativas ($-0.13 \leq r \leq -0.74$) nas pregas tricipital, abdominal, geminal, soma das pregas e perímetro geminal. As correlações entre pais e filhos foram baixas para a altura, altura sentado, IMC, pregas tricipital, abdominal, geminal e perímetro do braço relaxado com valores entre ($-0.34 \leq r \leq 0.19$), sendo moderadas no peso, soma das pregas, perímetro de braço tenso e perímetro geminal ($0.31 \leq r \leq 0.61$).

Tabela 2: Valores médios e desvio padrão dos vários indicadores antropométricos das gerações em função do sexo

Indicadores	Pais	Mães
	Média±dp	Média±dp
Idade	44.50±10.31	38.82±9.38
Altura (cm)	168.19±6.40	158.37±5.85
Peso (kg)	59.48±10.66	55.27±8.33
Altura Sentado (cm)	84.93±3.42	79.52±5.01
IMC (kg/m ²)	20.94±3.97	22.34±2.50
Prega Tricipital (mm)	6.51±2.59	12.01±4.33
Prega Abdominal (mm)	9.40±3.51	9.82±4.47
Prega Geminal (mm)	6.41±2.82	12.82±3.77
Soma das Pregas (mm)	25.71±8.88	34.55±11.06
Perímetro de Braço Relaxado (cm)	25.95±2.26	26.65±2.61
Perímetro de Braço Tenso (cm)	29.71±2.59	28.31±2.42
Perímetro Geminal (cm)	32.57±3.03	32.54±2.40
	Filhos	Filhas
Idades	11.58±3.00	10.85±2.63
Altura (cm)	136.99±15.24	134.37±14.73
Peso (kg)	31.34±10.15	29.97±9.02
Altura Sentado (cm)	69.23±7.27	68.71±7.14
IMC (kg/m ²)	16.47±2.67	16.17±1.69
Prega Tricipital (mm)	5.74±1.21	7.54±2.13
Prega Abdominal (mm)	5.32±1.38	6.85±2.76
Prega Geminal (mm)	7.39±1.52	9.14±1.94
Soma das Pregas (mm)	18.37±2.88	23.16±5.65
Perímetro de Braço Relaxado (cm)	19.13±2.80	19.41±2.74
Perímetro de Braço Tenso (cm)	21.28±3.15	21.20±3.12
Perímetro Geminal (cm)	39.11±5.22	40.47±5.76

Na relação entre pais-filhas observaram-se associações moderadas a elevadas em todos os indicadores ($0.27 \leq r \leq 0.72$) com exceção da altura, altura sentado e o perímetro geminal em que foram baixas ($-0.05 \leq r \leq 0.23$). As correlações entre mães-filhos foram baixas em todos os indicadores com valores entre -0.17 e 0.16 . Na relação mães-filhas observaram-se correlações moderadas nos indicadores altura, peso, IMC, prega tricípital, geminal, soma das pregas e perímetro de braço relaxado ($0.25 \leq r \leq 0.53$) e baixas na altura sentado, prega abdominal, perímetro de braço tenso e perímetro geminal ($0.07 \leq r \leq 0.23$). Na relação entre irmãos as correlações revelaram-se baixas em todos indicadores ($-0.03 \leq r \leq 0.22$) com exceção do peso, soma das pregas, perímetro de braço relaxo e perímetro de braço tenso em que se revelaram moderadas com valores de r a oscilarem entre 0.25 e 0.60 ; quadro distinto registou-se nas correlações entre irmãos do sexo oposto ($0.03 \leq r \leq 0.22$), contrastando com o valor “moderado” ($r = 0.27$) da altura. Enquanto que entre as irmãs as correlações foram moderadas para a altura, peso, altura sentado, prega tricípital e perímetro geminal ($0.27 \leq r \leq 0.55$), no

IMC, prega abdominal, geminal, soma das pregas, perímetro do braço relaxado e do braço tenso os resultados foram muito baixos ($-0.05 \leq r \leq 0.04$).

Os valores de heritabilidade (h^2) para os diversos fenótipos são apresentados na Tabela 4. As estimativas mais elevadas foram observadas na altura, peso, altura sentado, prega tricípital e perímetro de braço relaxado com valores a oscilarem entre os 47% e 60%. Dos 11 fenótipos considerados, somente três (IMC, prega abdominal e perímetro geminal) não tiveram estimativas de h^2 significativamente maiores que zero.

Tabela 3: Coeficiente de correlação intra-familiar ($r \pm$ erro padrão) para vários indicadores antropométricos

Indicadores	Pai Mãe (n= 17)	Pai Filho (n= 55)	Pai Filha (n= 17)	Mãe Filho (n= 55)	Mãe Filha (n= 62)	Irmãos (n= 62)	Irmãs (n= 42)	Irmãos (sexo opostos) (n= 95)
Altura	0.2509 (0.268)	-0.242 (0.282)	-0.020 (0.284)	0.092 (0.151)	0.432 (0.127)	0.091 (0.144)	0.548 (0.128)	0.266 (0.114)
Peso	0.294 (0.351)	0.398 (0.332)	0.534 (0.204)	-0.053 (0.179)	0.534 (0.116)	0.245 (0.157)	0.266 (0.163)	0.135 (0.121)
Altura Sentado	0.450 (0.358)	-0.156 (0.384)	0.225 (0.288)	0.116 (0.175)	0.204 (0.165)	0.072 (0.141)	0.533 (0.144)	0.135 (0.118)
IMC	0.615 (0.439)	-0.337 (0.276)	0.716 (0.141)	0.048 (0.191)	0.254 (0.147)	-0.029 (0.112)	-0.045 (0.164)	0.094 (0.114)
Prega Tricipital	-0.290 (0.416)	0.188 (0.420)	0.503 (0.259)	-0.004 (0.193)	0.501 (0.123)	0.218 (0.164)	0.299 (0.164)	0.073 (0.125)
Prega Abdominal	-0.469 (0.482)	0.136 (0.474)	0.272 (0.340)	0.163 (0.181)	0.206 (0.153)	0.021 (0.154)	0.036 (0.175)	-0.029 (0.115)
Prega Geminal	-0.740 (0.257)	0.061 (0.323)	0.463 (0.219)	0.024 (0.192)	0.256 (0.147)	0.050 (0.143)	-0.009 (0.168)	0.186 (0.109)
Soma das Pregas	-0.720 (0.424)	0.307 (0.486)	0.473 (0.370)	0.034 (0.223)	0.319 (0.152)	0.343 (0.173)	0.118 (0.187)	0.207 (0.132)
Perímetro de Braço Relaxado	0.354 (0.387)	0.024 (0.408)	0.430 (0.250)	-0.174 (0.227)	0.378 (0.130)	0.600 (0.125)	-0.054 (0.182)	0.079 (0.131)
Perímetro de Braço Tenso	0.566 (0.298)	0.391 (0.440)	0.459 (0.235)	-0.079 (0.215)	0.228 (0.146)	0.455 (0.139)	0.006 (0.182)	0.068 (0.125)
Perímetro Geminal	-0.131 (0.453)	0.605 (0.252)	0.233 (0.335)	-0.162 (0.184)	0.066 (0.167)	0.189 (0.163)	0.290 (0.185)	0.105 (0.125)

Tabela 4: Valores de componentes de variância, estimativas de heritabilidade ($h^2 \pm$ erro padrão) dos diferentes fenótipos

Fenótipos	Elementos do Modelo						
	Componentes de Variância						
	Poligénica	Residual	Variância Total	h^2	p	h^2 reportada em países desenvolvidos	h^2 reportada em países em desenvolvimento
Altura	0.559±0.131	0.389±0.104	0.932±0.076	0.599±0.116	0.006	0.37-0.87	0.47-0.94
Peso	0.503±0.132	0.364±0.105	0.867±0.071	0.580±0.129	0.005	0.64-0.84	0.15-0.66
Altura Sentado	0.436±0.137	0.491±0.117	0.928±0.075	0.470±0.132	0.001	0.63	0.37-0.86
IMC	0.176±0.114	0.644±0.117	0.820±0.066	0.215±0.136	0.114	0.24-0.57	0.07-0.72
Prega Tricipital	0.478±0.149	0.482±0.125	0.961±0.080	0.498±0.137	0.001	-	0.09-0.52
Prega Abdominal	0.185±0.144	0.780±0.147	0.965±0.078	0.192±0.147	0.191	-	-
Prega Geminal	0.296±0.137	0.671±0.131	0.967±0.077	0.306±0.134	0.023	-	0.04-0.28
Soma das Pregas	0.423±0.154	0.533±0.136	0.956±0.082	0.443±0.147	0.003	-	-
Perímetro de Braço Relaxado	0.440±0.137	0.502±0.118	0.942±0.077	0.468±0.130	0.001	0.24-0.68	0.18-0.74
Perímetro de Braço Tenso	0.350±0.131	0.604±0.121	0.953±0.077	0.367±0.128	0.004	-	-
Perímetro Geminal	0.266±0.142	0.679±0.138	0.945±0.078	0.281±0.144	0.051	0.44-0.46	0.04-0.40

Discussão dos resultados

As características somáticas têm sido objecto de estudo por parte de epidemiologistas, nutricionistas e peritos em saúde pública em diferentes populações do globo (WHO, 1995; Norgan, 2002). Para além da sua descrição normativa, é propósito fundamental investigar as causas da enorme variação encontrada e cuja responsabilidade tem sido frequentemente atribuída a factores ambientais (Monyeki et al., 2000; Prista et al., 2003). O passado sócio-histórico e económico das populações africanas e de outros países em desenvolvimento do sudeste asiático e América do sul, tem sido objecto de estudo de diferentes investigadores (Kaur e Singh, 1981; Province e Rao, 1985) no sentido de encontrar os principais factores influenciadores da enorme variabilidade que se encontra nas mais diversas medidas somáticas. A maior parte dos estudos disponíveis relativamente à quantificação das semelhanças familiares de características somáticas complexas de populações oriundas de países em desenvolvimento remonta às décadas de 70 e 80 (Mueller e Titcomb, 1977; Roberts et al., 1978; Kaur e Singh, 1981; Byard et al., 1985; Province e Rao, 1985). Apesar das enormes dificuldades económicas, sanitárias e de saúde pública persistirem e terem um impacto inquestionável no crescimento somático das suas populações, só conseguimos localizar três pesquisas recentes: a de Arya et al. (2002) na Índia, Little e Malina (2005) no México e a de Li et al. (2004) na China. O único estudo disponível em populações africanas da região Sub-Sahariana é o de Roberts et al. (1978). Desta série de pesquisas ficou evidente uma forte influência ambiental nos fenótipos somáticos principalmente quando se estuda populações rurais, cuja variabilidade encontra explicações nas precárias condições higiénicas, deficiências nutritivas e ausência de cuidados primários de saúde.

Tem sido reportada com alguma frequência, sobretudo em estudos realizados em países desenvolvidos, que a influência atribuída aos factores genéticos nas medidas somáticas tende a ultrapassar os 50% da variância fenotípica total

quando se lida com famílias nucleares (Lingini et al., 1984; Towne et al., 2002; Salces et al., 2003; Silventoinen, 2003), irmãos (Byard, 1985; Rebato et al., 1997) ou gémeos (Mães, 1992; Beunen et al., 2000; Silventoinen et al., 2003; van Demmelen et al., 2004). Decorre daqui que os valores de correlação entre sujeitos de grau distinto de parentesco sejam moderados-a-elevados, estando sempre próximos do valor teórico esperado (Falconer, 1989).

Os valores da agregação familiar nos traços somáticos complexos da população rural de Calanga foram estimados a partir das correlações e das estimativas de heritabilidade entre familiares. A pesquisa sobre a agregação das características somáticas complexas em famílias nucleares tem como objectivo verificar a presença de transmissão vertical do património genético e cultural entre progenitores e descendentes. Uma das formas mais utilizadas para esse efeito resulta da interpretação dos coeficientes de correlação entre membros da família. No presente estudo, as correlações foram moderadas entre os cônjuges nas medidas lineares e de massa, e negativas nos indicadores de adiposidade. Factores diversos podem ajudar a interpretar os resultados encontrados nas correlações (1) reduzida dimensão amostral, não obstante termos amostrado \approx 10% da população total de Calanga na faixa etária dos 6 aos 20 anos de idade; este facto limita a potência dos testes estatísticos, implicando a presença de erros padrão relativamente grandes; (2) aspectos de ordem cultural e mesmo de relações pessoais desta comunidade impediram uma amostragem maior, principalmente em adultos; (3) os resultados das correlações parecem reflectir factores de ordem cultural, nomeadamente critérios baseados na hierarquia familiar na distribuição de alimentos disponíveis no seio das famílias nucleares (Eveleth e Tanner, 1990). Podem sugerir, igualmente, aspectos de selecção de cônjuges baseados na natureza morfológica externa, capacidade de trabalho e valor reprodutivo reflectido na robustez física. As baixas correlações observadas entre filhos e pais podem ser explicadas pelas fortes pressões ambientais expressas em termos nutricionais, cuidados de saúde primários e doenças infecto-contagiosas que caracterizam os países em transição, particularmente nas zonas

rurais, constituindo um factor impeditivo da actualização do potencial genético das características somáticas (Silventoinen, 2000; Arya et al., 2002). Os valores de correlações encontradas nesta pesquisa são inferiores aos reportados por Mueller e Titcomb (1977) e de Little e Malina (2005) para populações colombiana e mexicana. Oportunidades acrescidas em nutrição e cuidados higiénico-sanitários têm sido apontados como justificativos desta tendência, constituindo um factor facilitador da actualização do potencial genético das características somáticas complexas (Mueller e Titcomb, 1977; Mueller, 1978; Silventoinen, 2003; Thomis e Towne, 2006).

Nas irmandades de sexo oposto foram observadas correlações baixas, que podem dever-se a um marcado dimorfismo sexual que caracteriza os indicadores somáticos durante todo o ciclo pubertário (Arya et al., 2002). É possível que os valores de correlação entre irmãos estejam associados a problemas das condições mórbidas, frequências distintas de *stunting* e *wasting* na mesma família, maturação tardia, divergências em indicadores marginais de saúde e do estado nutricional (Silventoinen, 2000; Arya et al., 2002; INE, 2006). Este é um quadro característico e frequentemente encontrado noutros estudos com populações dos países em desenvolvimento como por exemplo no de Roberts et al. (1978) numa população rural gambiana, e Dasgupta e Das (1997) numa população rural Bengali da Índia, de classe sócio-económica média. Ao invés, Lasker e Mascie Taylor (1996) numa pesquisa denominada *National Child Development Study of Great Britain* encontraram valores de correlações maiores do que nos estudos realizados na África e na Índia. Tais resultados seriam de esperar face aos altos padrões socio-económico da Grã-Bretanha.

Estudos em famílias nucleares podem ajudar a entender as influências de factores genéticos no crescimento, bem como o efeito dos factores ambientais a modelar a variação no seio da família e entre famílias. No presente estudo, a h^2 foi considerada como a proporção da variação residual atribuída a factores genéticos aditivos (heritabilidade máxima); a outra proporção foi considerada como efeito

ambiental. Os resultados evidenciam a presença de factores genéticos a governar a variação entre famílias na altura, peso, altura sentado, prega tricípital, prega geminal, soma das pregas, perímetro do braço relaxado e perímetro do braço tenso com os valores da h^2 variarem entre 31% e 60%. O valor de h^2 para o peso foi inferior ao da altura, situação de todo esperada, dada a maior sensibilidade do peso a constrangimentos ambientais, apesar de ambos os indicadores reflectirem aspectos da qualidade de factores económicos, sociais e políticos do ambiente no qual os indivíduos estão inseridos (Bogin e Keep, 1999; Thomis e Towne, 2006). Um padrão similar do comportamento dos valores de h^2 estatura-ponderais da presente pesquisa foi reportado na Bélgica por Susanne (1977) e na Índia por Kaur e Singh (1981) com estimativas de h^2 a variarem entre 0.82-0.92 e 0.38-0.64 para altura e peso respectivamente, o que reforça a ideia da grande sensibilidade do peso em resposta ao *stress* ambiental. Foram observados valores baixos a moderados de h^2 entre 0.19 e 0.28 no IMC, prega abdominal e perímetro geminal, que expressam de modo claro a importância ambiental a governar a variância observada nestes traços (Byard et al., 1985). Uma explicação possível para esta circunstância parece residir nas suas flutuações de curta duração associadas a variação no estado nutricional dos indivíduos, um fenómeno característico das populações vivendo em zonas socio-económicas desfavorecidas de países em transição sócio-demográfica e nutricional. O IMC teve uma estimativa de h^2 de 22%. Era de esperar um valor mais elevado em virtude da reconhecida dependência genética dos indicadores de que este traço é derivado (Longini et al., 1984; Bouchard et al., 1988; Province et al., 1990).

Os baixos índices de similaridade familiar encontrados no presente estudo podem ser explicados por um espectro de factores que caracterizam a população estudada, nomeadamente o baixo rendimento, elevadas prevalências de infecções parasitárias e malnutrição e perfil endémico à malária da zona do estudo, conjugados com outros factores de ordem sócio-cultural, tais como a baixa instrução das famílias e os tamanhos agregados familiares. Na verdade, esta matriz de factores é apontada como sendo favorável a uma grande variabilidade

nas características antropométricas das populações (Eveleth e Tanner, 1990). Por outro lado, os baixos valores de h^2 observados neste estudo, parecem sugerir uma forte influência do ambiente não comumente partilhado, decorrente de factores de ordem cultural e das actividades de subsistência familiar, visto que os membros das famílias passam a maior parte do tempo do dia em ambientes ocupacionais diferentes. No entanto, estes resultados têm que ser vistos com algum cuidado, devido ao reduzido tamanho amostral, formas distintas de marcação dos fenotípicos em análise e algumas variáveis confundidoras, como por exemplo, as nutricionais, profissões dos progenitores e nível de escolaridade dos progenitores, que não foram controladas (Little e Malina, 2005).

Conclusões

Os resultados da presente pesquisa sugerem: (1) uma maior agregação entre cônjuges, do que entre pais e filhos. Na relação entre irmãos do mesmo sexo e irmãos de sexo oposto o nível da agregação familiar foi baixo, sugerindo uma influência distinta do ambiente nos diferentes elementos das famílias nucleares; (2) os factores genéticos como responsáveis pela variabilidade familiar na altura, peso, altura sentado, prega tricipital, prega geminal, soma das pregas, perímetro do braço relaxado e perímetro do braço tenso. Contrariamente, no IMC, prega abdominal e perímetro geminal a variação é explicada por causas ambientais; (3) que este quadro de resultados, condicionado pela reduzida dimensão amostral, não deixa de salientar o complexo novelo de relações entre o genótipo e as condições ambientais e sua interacção, que os estudos longitudinais poderiam ajudar a esclarecer.

Bibliografia

- Arya, R.; Duggirala, R.; Comuzzie, A.; Puppala, S.; Modem, S.; Busi, B.; Crawford, M.** 2002. Heritability of anthropometric phenotypes in caste populations of Visakhapatnam, India, *Human Biology*, 74:325-344.
- Beunen, G.; Thomis, M.; Maes, H. H.; Loos, R.; Malina, R. M.; Claessens, A. L.; Vlietinck, R.** 2000. Genetic variance of adolescent growth in stature. *Annals of Human Biology*, 27 (2):173-186.
- Byard, P.J.; Poosha, D.V.; Satyanarayana, M.** 1985. Genetic and environmental determinants of height and weight in families from Andhra Pradesh, India. *Human Biology*, 57 (4):621-33.
- Bouchard, C.; Perusse, L.; Leblanc, C.; Tremblay, A.; Theriault G.** 1988. Inheritance of the amount and distribution of human body fat. *International Journal of Obesity*, 12 (3):205-15.
- Bogin, B.; Keep, R.** 1999. Eight thousand years of economic and political history in Latin America revealed by anthropometry, *Annals of Human Biology*, 26(4):333-51.
- Dasgupta, P.; Das, S.R.** 1997. A cross-sectional growth study of trunk and limb segments of the Bengali boys of Calcutta. *Annals of Human Biology*, 24(4):363-9.
- van Dommelen P, de Gunst MC, van der Vaart AW, Boomsma DI.** 2004. Genetic study of the height and weight process during infancy. *Twin Research*, 7(6):607-16.
- Eveleth, P.B.; Tanner, R.M.** 1990. *World-wide Variation in Human Growth*. Cambridge, UK. Cambridge University Press.
- Falconer, D.** 1989. *Introduction to Quantitative Genetics*. 3rd ed. London. Longman.
- Feldman, M; Lewontin, R.C.** 1975. The heritability hang-up. *Science*, 190:1163-1168.
- INE.** 2006. Instituto Nacional de Estatística, Resenciamento Geral da População. Maputo, Moçambique.
- Kaur, D.P.; Singh, R.** 1981. Parent-adult offspring correlations and heritability of body measurements in rural indian population. *Annals of Human Biology*, 8(4):333-9.
- Lasker, G.W.; Mascie Taylor, C.G.N.** 1996. Influence of social class on the correlation of stature of adult children with that of their mother and fathers. *Journal of Biosocial Science*, 28:117-22.
- Li, M.X.; Liu, P.Y.; QIN, Y.J.; LIU, Y.Z.; DENG, H.W.** 2004. A major gene model of adult height is suggested in Chinese. *Journal of Human Genetic*, 49:148-53.
- Little, B.B.; Malina, R.M.** 2005. Familial similarity in body size in an isolated Zapotec-speaking community in the valley of Oaxaca, southern Mexico: Estimated genetic and environmental effects. *Annals of Human Biology*, 32 (4):513-24.
- Livshits, G.; Roset, A.; Yakovenko, K.; Trofimov, S.; Kobylansky E.** 2002. Genetics of human body size and shape: Body proportions and indices. *Annals of Human Biology*, 29 (3):217-289.

- Longini, I.M. Jr; Higgins, M.W.; Hinton, P.C.; Moll, P.P.; Keller, J.B.** 1984. Genetic and environmental sources of familial aggregation of body mass in Tecumseh, Michigan. *Human Biology*, 56(4):733-57.
- Lohman, T.G.; Roche, E.; Martorell, R.** 1988. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Human Kinetics Books, Champaign, IL.
- Maes, H.H.** 1992. Univariate and multivariate genetic analysis of physical characteristics of twin and parents. Leuven, Belgium: Katholieke Universiteit Leuven. PhD Thesis.
- Malik, P.; Singh, R.** 1991. Effect of genetic and environmental factors on body measurements of first, second, and third degree relatives. *Journal of Human Biology*, 2:45-51.
- Monteiro, C.A.; Conde, W.L.; Popkin, B.M.** 2002. Is obesity replacing or adding to under nutrition? Evidence from different social classes in Brazil. *Public Health Nutrition*, 5:105-12.
- Monyeki, K.D.; Camelo, N.; Getz, B.** 2000. Growth and nutritional status of rural South African children 3-10 years old: The Ellisras growth study. *American Journal of Human Biology*, 12(1):42-49.
- Mueller, W.H.; Titcomb, M.** 1977. Genetic and environmental determinants of growth of school aged children in a rural Colombian population. *Annals of Human Biology*, 4:1-15.
- Mueller, W.** 1986. The genetic of size and shape in children and adults. In: *Human Growth. A comprehensive Treatise*, F. Falkner and J. Tanner (eds.) Second Edition. New York: Plenum Press.
- Norgan, N.N.** 2002. Nutrition and Growth. In: Noel Cameron (ed) *Human Growth and Development*, Academic Press.
- Prista, A.; Maia, J.R; Damasceno, A.; Beunen, G.** 2003. Anthropometric indicators of nutritional status: implications for fitness, activity, and health in school-age children and adolescents from Maputo, Mozambique. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77: 952-959.
- Prista, A.; Maia, J.; Saranga, S.; Nhamumbo, L.; Marques, A.; Beunen, G.** 2005. Somatic Growth of a School-Aged Population from Mozambique: Trend and Biosocial Meaning. *Human Biology*, 77 (4):457-470.
- Province, M.A.; Rao, D.C.** 1985. Path analysis of family resemblance with temporal trends: applications to height, weight and Quetelet Index in Northeastern Brazil. *American Journal of Human Genetics*, 37(1):178-192.
- Rebato, E.; Salces, I.; San Martin, L.; Rosique, J.; Hauspie, R.; Susanne C.** 1997. Age variations in sibling correlations for height, sitting height and weight. *Annals of Human Biology*, 24(6):585-92.
- Province, M.A.; Arnqvist, P.; Keller, J.** 1990. Strong evidence for a major gene for obesity in the large, unselected, total Community Health Study of Tecumseh. *American Journal of Human Genetic*, 47 (suppl.): A 143.
- Roberts, D. F.; Billewicz, W. Z.; Mcgregor, I. A.** 1978. Heritability of stature in a West African population. *Annals of Human Genetics*, 42(1):15-24.
- S.A.G.E. 5.x** (2005). *Statistical Analysis for Genetic Epidemiology*
<http://darwin.cwru.edu/sage/>

- Salces, I.; Rebato, E.; Slachmuylder, L.; Vercauteren, M.; Rosique, J.; Susanne C.** 2003. Genetic and environmental sources on familial transmission in Basque families. II. Stature, weight, and body mass index. *Annals of Human Biology*, 30 (2):176-190.
- Shah, S.M.; Selwyn, B.J.; Luby, S.; Merchant, A.; Bano, R.** 2003. Prevalence and correlates of stunting among children in rural Pakistan. *Pediatrics International*, 45 (1):49-53.
- Sharma, K.; Byard, P.J.; Russell, J.M.; Rao, D.C.** 1984. A family study of anthropometric traits in Punjabi community: I. Introduction and familial correlations. *American Journal of Physical Anthropology*, 63 (4):389-95
- Silventoinen, K.; Kaprio, J.; Lahelma, E.; Korkenvou, M.** 2000. Relative effect of genetic and environmental factors on body height: Differences across birth cohorts among Finnish men and women. *American Journal of Public Health*, 90(4): 627–630
- Silventoinen, K.** 2003. Determinants of variation in adult body height. *Journal of Biosocial Science*, 35:263-285.
- Silventoinen, K.; Sammalisto, S.; Perola, M.; Boomsma, D.I.; Cornes, B.K.; Davis, C.; Dunkel, L.; De Lange, M., Harris, J.R.; Nistico, L.; Pedersen, N.L.; Skytthe, A.; Spector, T.D.; Stazi, M.A.; Willemsen, G.; Kaprio, J.** 2003. Heritability adult body height: a comparative study of twin cohorts in eight countries. *Twin Research*, 6 (5):399-408.
- Susanne, C.** 1977. Heritability of anthropological characters, *Human Biology*, 49(4):573-80.
- Thomis, M.A.; Towne, B.** 2006. Genetic determinants of prepubertal and pubertal growth and development. *Food and Nutrition Bulletin*, 27 (4):S257-S278.
- Towne, B.; Demerath, E.W.; Czerwinski, S.A.** 2002. The genetic epidemiology of growth and development. In: Cameron N, ed. *Human growth and development*. Amsterdam: Academic Press.
- Wigginton, J. E.; Abecasis, G. R.** 2005. PEDSTATS: Descriptive statistics, graphics and quality assessment for gene mapping dat. *Bioinformatics*. 21:3445-3447.
- WHO.** 1995. Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, 854. Geneve: World Health Organization.

Capítulo 5

***Padrão de adiposidade subcutânea em fratrias
da população escolar da localidade rural de
Calanga - Moçambique: Um estudo de
Genética Quantitativa***

Sílvio Saranga, Leonardo Nhantumbo, António Prista, Gaston Beunen, Jorge Rocha,

Sarah Williams-Blangero, José Maia

Artigo em preparação para à revista Obesity

Padrão de adiposidade subcutânea em fratrias da população escolar da localidade rural de Calanga – Moçambique: Um estudo de Genética Quantitativa.

A quantitative genetic study of fat patterning in sibships from rural Calanga, Mozambique.

Resumo

O presente estudo tem como objectivos: (1) determinar o grau de semelhança em fratrias no padrão de adiposidade, e (2) estimar a contribuição dos factores genéticos e ambientais responsáveis pela variação do padrão de adiposidade de crianças e jovens da população rural de Calanga. A amostra é constituída por voluntários estudados no âmbito da 1ª fase do projecto “Estudo Variabilidade Biológica em Moçambique”. Num total de 329 indivíduos (173 masculino, 156 feminino) com idades entre 7 e os 17 anos, pertencentes a 132 famílias, com fratrias variam de 2 a 7 elementos. A determinação do padrão de adiposidade foi efectuada com base em dois conjuntos de marcadores. O primeiro a partir das sugestões de Pérusse et al. (2000) e o segundo com base na sugestão de Hattori et al. (1987). A estimativa de heritabilidade e as correlações nas distintas fratrias foram calculadas no módulo ASSOC e FCOR do *software* de Epidemiologia Genética S.A.G.E. Principais resultados e conclusões: as estimativas são moderadas a elevadas: elevadas no rácio tronco/extremidades (65%) e 3ª componente (50%); moderada na soma das seis pregas (48%), soma das pregas das extremidades (45%), soma das pregas do tronco (42%), 1ª componente (39%) e 2ª componente (33%). Os resultados do presente revelam que uma fatia significativa das diferenças encontradas entre irmãos, nos vários indicadores do padrão de adiposidade, se deve a factores genéticos; e que há maior agregação entre irmãos do mesmo sexo do que entre irmãos de sexo oposto.

Palavras-chave: genética quantitativa, fratrias, padrões de adiposidade, Calanga.

Abstract

The aim of the present study were (1) to determine the similarity in adiposity patterns of sibships and (2) to estimate the contribution of genetic and environmental factors to the variability pattern of adiposity in rural children and adolescents from Mozambique. The sample was composed by volunteer's subjects from the Research Project "Human Variability in Mozambique". A total of 329 subjects (173 boys and 156 girls) age 7 to 17 form 132 nuclear families ranging 2 to 7 members. Adiposity pattern was based using two different procedures proposed by Perrusse et al (2000) and Hattori et al. (1987). Heritability estimates and sibships correlations were calculated using ASSOC and FCOR form S.A.G.E. genetic epidemiology software. Estimates correlates were: high for trunk/extremity ratio (65%) and 3rd component (50%); moderate for sum of skinfolds (48%), sum of extremity skinfolds (45%), sum of trunk skinfolds (42%), 1st component (39%) and 2nd component (33%). Results of the present study suggests that (1) differences between brothers in the several patterns of adiposity indicators are mainly caused by genetic factors and (2) that there is a bigger aggregation between brothers of the some sex than brothers of opposite gender.

Key Words: Quantitative genetics, sibships, adiposity patterns, Calanga.

Introdução

O fascínio pela medição, descrição e interpretação da enorme variabilidade no tamanho, na forma e na composição corporal do *homo sapiens* é inquestionável. Daqui que não seja de estranhar que nas últimas três décadas se tenha assistido a uma profusão de informação relativa ao estudo da composição corporal (Bailey et al, 1982; Hakala et al, 1999; Hebebrand et al, 2000; Ebbeling et al, 2002; Speakman, 2004; Katzmarzyk & Bouchard, 2005). Esta vasta pesquisa parece emergir, também, da preocupação com o aumento crescente da prevalência da obesidade à escala planetária, chegando a atingir proporções epidémicas em certas populações de países industrializados (WHO, 2000; 2002; Frinscho, 2003). O estudo da composição corporal em termos clínicos e populacionais tem sido possível com base nos avanços de natureza instrumental e metodológica (Ellis, 2000; Heyward et al, 2004), bem como no estabelecimento de estratégias precisas do mapeamento da distribuição da gordura interna e da adiposidade subcutânea (Malina, 2005; Heymsfield et al, 2005; Mattsson & Thomas, 2006).

Por padrão de adiposidade entende-se: (1) a diferença de valores das pregas de adiposidade obtidas em diferentes locais da anatomia humana, (2) o perfil dos valores corrigidos pela área do tecido muscular ou massa corporal obtido, (3) ou as diferenças na razão dos depósitos de gordura visceral e subcutânea (Goodpaster, 2002). Parece ser consensual que o aumento da gordura no tronco, i.e., do tipo andróide está associada a uma maior predisposição a patologias de natureza metabólica, endócrina e degenerativa, considerada pelas organizações de Saúde Pública como das principais causa de morte na população adulta (Turcato et al, 2000; Wu et al, 2001; WHO, 2002; 2004). O estudo do padrão de adiposidade, i.e., a pesquisa acerca da configuração da distribuição da tela adiposa subcutânea é da maior importância não só na avaliação do estado nutricional dos sujeitos, e na análise da sua composição corporal, mas também do ponto de vista epidemiológico e da sua dependência a condições de

desigualdades sociais (Bouchard, 1988; Maia et al, 2002; Pasquet et al, 2003; Kruger et al, 2004; Belahsen et al, 2004).

Ainda que o padrão de adiposidade subcutânea seja uma matéria muito estudada numa perspectiva Auxológica, é de salientar que do ponto de vista da Epidemiologia Genética a informação já começa a ganhar importância necessária para que seja dirigido um olhar mais profundo acerca da variação populacional ter origem, também, em diferenças genéticas entre sujeitos (Luke et al, 2001; Whitfield et al, 2003). Daqui que diversas pesquisas tenham salientado a presença de agregação familiar no padrão de adiposidade de membros de famílias nucleares (Pérusse et al, 2000; Katzmarzyk et al, 2000; Treuth et al, 2001; Hunt et al, 2002; Butte et al, 2005; 2006; Hsu et al, 2005) e gémeos de diferentes zigótias (Beunen et al, 1998; Nelson et al, 1999; 2002; Whitfield et al, 2003). Todavia, os resultados disponíveis na literatura da especialidade são algo discrepantes (Speakman, 2004; Katzmarzyk & Bouchard, 2005). Esta ausência de consistência nos valores reportados estará relacionada com a reconhecida utilização de diferentes delineamentos, distintas dimensões amostrais, variação substancial nas idades dos indivíduos amostrados, número de famílias disponíveis e procedimentos estatísticos utilizados (Borecki et al, 1991; Beunen et al, 1998, Treuth et al, 2001). O padrão de adiposidade observa uma grande variabilidade nas estimativas de heritabilidade (h^2), com valores a oscilarem entre 12% e 76% (Pérusse et al, 2000; Katzmarzyk et al, 2000; Luke et al, 2001; Speakman, 2004; Butte et al, 2005; 2006; Hsu et al, 2005; Katzmarzyk & Bouchard, 2005). Apesar destes valores estarem influenciados por um grau desconhecido do efeito comum do ambiente, parece ser inequívoca a influência de factores genéticos no padrão de adiposidade.

Não é do nosso conhecimento que tenha sido realizado qualquer estudo acerca da influência dos factores genéticos no padrão de adiposidade com populações de países em transição sócio-demográfica e nutricional. Este facto sustenta a sugestão da sua realização face não só à relevância desta matéria mas sobretudo à

inexistência de estudos com aquelas populações. O presente estudo tem como objectivos: (1) determinar o grau de semelhança em fratrias no padrão de adiposidade, e (2) estimar a contribuição dos factores genéticos e ambientais responsáveis pela variação do padrão de adiposidade de crianças e jovens da população rural de Calanga.

Material e Métodos

Moçambique fica situado na costa oriental do continente africano, tendo um território de 799.390 Km², sendo a sua maior parte constituída por um planalto pouco elevado (ver Figura 1). A população moçambicana foi oficialmente estimada em \approx 20 milhões de habitantes (INE, 2006). A localidade de Calanga pertence ao Distrito da Manhiça, situa-se a 75Km a norte de Maputo, tem uma superfície de 2.373Km², o seu limite a norte é o distrito de Magude, a Nordeste o distrito de Bilene, Este o Oceano Índico, a Sul o distrito de Marracuene e a Sudeste o distrito da Moamba. A população de Calanga foi estimada em 9.451 pessoas, sendo 3361 crianças na faixa etária compreendida entre os 6 e os 20 anos de idade (INE, 2006).



Figura 1: Localização geográfica de Moçambique

A principal fonte de subsistência da população é a agricultura familiar. As famílias desta comunidade são classificadas como pertencentes a um estrato socio-económico baixo. As habitações são de construção precária, não há água

canalizada nem energia, não há assistência médica e a rede escolar é deficitária. As vias de acesso são de terra batida, não sendo transitáveis em alguns períodos do ano. Os objectivos do estudo foram antecipadamente explicados aos pais, bem como às direcções das escolas, chefe e oficiais do posto administrativo e líderes comunitários. Aos encarregados de educação com alguma literacia foi-lhes solicitados para que lessem e assinassem um consentimento informado preparado para o efeito, e que detalhava os objectivos e procedimento essenciais do estudo; os encarregados de educação sem literacia, o mesmo consentimento informado foi-lhes lido em voz alta e explicado em língua local, tendo-lhes sido solicitado a impressão digital do dedo indicador direito 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 Comité Nacional de Bioética para a Saúde.

Amostra

A amostra foi constituída por 330 indivíduos (174 do sexo masculino, 156 do sexo feminino) pertencentes a 132 famílias, cujas irmandades variam entre 2 e 7 elementos, pertencentes ao escalão etário que se situa entre os 7 e os 17 anos de idade cronológica. Os sujeitos constituintes da amostra representam $\approx 10\%$ da população total de Calanga na faixa etária dos 6 aos 20 anos de idade. Eram todos estudantes e residiam na localidade de Calanga-Manhiça, província de Maputo, Moçambique. A idade média dos rapazes era de 11.56 ± 3.13 anos e das raparigas era de 10.71 ± 2.62 anos. Estes sujeitos fazem parte da 1ª etapa do projecto “Estudo Variabilidade Biológica em Moçambique”, que tem como principal propósito oferecer informação sobre a variabilidade na população moçambicana, seu significado e alcance na componente da saúde pública, das políticas socio-económicas e educativas.

Medidas antropométricas

As medidas antropométricas obtidas nas fratrias foram as seguintes: Pregas de adiposidade subcutânea tricípital, subescapular, suprailíaca, abdominal, crural e geminal. Os procedimentos técnicos adoptados para obtenção destas medidas somáticas foram descritos e padronizados por Lohman et al. (1988). Para medição das pregas de adiposidade foi utilizado o adipómetro de marca *GPM*, com um campo de aplicação 0-45 milímetros.

Padrão de adiposidade

A determinação do padrão de adiposidade foi efectuada com base em dois conjuntos de marcadores. O primeiro, a partir das sugestões de Pérusse et al. (2000) cujos indicadores propostos são os seguintes: $\sum 6\text{Pregas} = \text{tricípital} + \text{subescapular} + \text{suprailíaca} + \text{abdominal} + \text{crural} + \text{geminal}$; $\sum \text{pregas do tronco} = \text{subescapular} + \text{suprailíaca} + \text{abdominal}$; $\sum \text{pregas das extremidades} = \text{tricípital} + \text{crural} + \text{geminal}$ e o rácio $\text{TER} = \frac{\sum \text{pregas do Tronco}}{\sum \text{pregas das Extremidades}}$. O segundo, com base na sugestão de Hattori et al. (1987) para extrair as componentes principais (ACP) mais relevantes da matriz de covariância das seis pregas de adiposidade, i.e., com valores próprios maiores ou iguais a 1.

Procedimentos estatísticos

A análise estatística foi efectuada em várias etapas para responder adequadamente os propósitos anteriormente apresentados: A primeira fase compreendeu a análise exploratória com o objectivo de inspeccionar eventuais erros de entrada de informação, a presença de *outliers* e a normalidade das distribuições através do teste de Kolmogorov-Smirnov bem como a averiguação da magnitude das médias em cada fratria. Na segunda fase inspeccionamos a estrutura dos dados de cada fratria com o *software* estatístico do PEDSTATS

(Wigginton & Abecasis, 2005). Neste *software* foi também efectuada a análise exploratória da informação no que diz respeito aos indicadores do padrão de adiposidade, ao rácio tronco-extremidades e as três componentes principais no seio de cada fratria. Na terceira fase, com o propósito de remover o efeito de covariáveis dos fenótipos em estudo recorreu-se à regressão linear múltipla com solução *stepwise*; as covariáveis testadas foram a idade, o sexo, a idade², a idade*sexo, e a idade²*sexo. Do melhor modelo em cada um dos fenótipos testado, foram considerados os resíduos estandardizados da regressão para cálculo posterior das estimativas de heritabilidade e correlações intra-fratrias. Esta análise foi realizada no *software* estatístico SPSS 15.0. Finalmente, a heritabilidade (módulo ASSOC) e as correlações entre fratrias (módulo FCOR) foram estimadas no *software* de Epidemiologia Genética S.A.G.E. 5 (S.A.G.E, 2005).

Resultados

Na Tabela 1 são apresentadas as medidas descritivas básicas obtidas pelos irmãos e irmãs em cada uma das cinco pregas de adiposidade utilizadas para o cálculo dos diferentes indicadores do padrão de adiposidade. Geralmente, os valores médios e de variação das pregas de adiposidade das irmãs são superiores aos dos irmãos.

Tabela 1: Valores médios (\pm desvio-padrão) das cinco pregas de adiposidade utilizadas para o cálculo do padrão de adiposidade entre membros das fratrias.

Medidas Somáticas	Irmandades			
	Irmãos (n= 174)		Irmãs (n= 156)	
	M \pm dp	Amplitude	M \pm dp	Amplitude
Prega tricipital (mm)	6.01 \pm 1.44	3.50-11.20	7.48 \pm 2.07	3.75-15.00
Prega subescapular (mm)	5.38 \pm 0.93	3.30-8.40	6.39 \pm 1.51	3.58-12.45
Prega iliaca (mm)	5.84 \pm 1.76	3.00-11.80	7.55 \pm 3.02	3.10-19.15
Prega adominal	5.56 \pm 1.59	2.90-11.20	6.85 \pm 2.59	2.90-16.70
Prega crural	8.04 \pm 2.23	3.10-16.00	11.78 \pm 4.10	5.30-27.70
Prega geminal (mm)	7.62 \pm 1.79	4.05-14.25	9.24 \pm 2.29	4.80-16.93

A Tabela 2 apresenta os valores médios dos sete fenótipos marcadores do padrão de adiposidade das crianças e jovens de Calanga. As irmãs possuem valores médios mais elevados somente nos três primeiros fenótipos. Os valores

obtidos no presente estudo são relativamente baixos quando comparados com amostras de países desenvolvidos (Pérusse et al, 2000; Katzmarzyk et al, 2000; An et al, 2000). Os três últimos fenótipos referem-se às médias dos *scores* de cada componente principal. Convém mencionar que a solução obtida da ACP permitiu extrair três componentes que explicam 80% da variância total. A primeira componente contrasta a adiposidade da parte inferior do tronco relativamente a extremidade inferior (geminal), (valor próprio de 2.07; % de variância explica = 34%); a segunda contrasta a adiposidade da parte superior do tronco relativamente a extremidade inferior (crural), (valor próprio de 1.67; % de variância explica = 28%); a terceira tem um indicador único (tricipital), (valor próprio de 1.06; % de variância explica = 18%).

Tabela 2: Valores médios (\pm desvio-padrão) das distintas formas de marcação do padrão de adiposidade

Fenótipos do Padrão de Adiposidade	Fratrías			
	Irmãos (n= 174)		Irmãs (n= 156)	
	M \pm sd	Amplitude	M \pm sd	Amplitude
Σ das seis pregas	38.46 \pm 7.42	21.50-63.20	49.28 \pm 13.57	29.75-100.75
Σ das pregas das Extremidades	21.79 \pm 4.42	14.53-37.25	27.15 \pm 5.81	17.15-39.85
Σ das pregas do tronco	16.78 \pm 3.73	10.05-27.10	20.79 \pm 6.49	11.83-45.05
Rácio Tronco/Extremidades	0.79 \pm 0.14	0.48-1.22	0.73 \pm 0.11	0.49-1.07
1ª Componente	0.07 \pm 1.02	-2.52-2.69	-0.08 \pm 0.98	-3.08-2.61
2ª Componente	0.38 \pm 0.88	-2.22-2.64	-0.42 \pm 0.96	-2.76-2.44
3ª Componente	0.07 \pm 1.04	-2.17-3.01	-0.07 \pm 0.95	-2.54-2.41

Os resultados relativos às estimativas de h^2 dos fenótipos marcadores do padrão de adiposidade estão na Tabela 3. As estimativas são moderadas a elevadas: é elevada no rácio tronco/extremidades (\approx 65%) e 3ª componente (\approx 50%); moderada na soma das seis pregas (48%), soma das pregas das extremidades (\approx 45%), soma das pregas do tronco (\approx 42%), 1ª componente (\approx 39%) e 2ª componente (33%). Estes valores sugerem uma influência genética a governar a variabilidade inter-fratrías no padrão de adiposidade.

Tabela 3: Valores de estimativa de heritabilidade (h^2), \pm erro padrão e p dos indicadores do padrão de distribuição da adiposidade

Fenótipos	Componentes de Variância				
	Poligénica	Residual	Variância Total	h^2	p
Σ seis pregas	0.456 \pm 0.144	0.491 \pm 0.122	0.947 \pm 0.078	0.481 \pm 0.135	<0.001
Σ pregas das Extremidades	0.437 \pm 0.150	0.545 \pm 0.131	0.982 \pm 0.081	0.445 \pm 0.139	0.001
Σ pregas do tronco	0.387 \pm 0.139	0.545 \pm 0.123	0.932 \pm 0.075	0.415 \pm 0.137	0.001
Rácio Tronco/Extremidades	0.638 \pm 0.161	0.350 \pm 0.123	0.988 \pm 0.084	0.645 \pm 0.133	<0.001
1ª Componente	0.384 \pm 0.144	0.608 \pm 0.130	0.992 \pm 0.080	0.388 \pm 0.134	0.002
2ª Componente	0.329 \pm 0.143	0.664 \pm 0.133	0.993 \pm 0.079	0.331 \pm 0.136	0.007
3ª Componente	0.491 \pm 0.145	0.495 \pm 0.122	0.986 \pm 0.081	0.498 \pm 0.130	<0.001

Na Tabela 4 temos os valores de correlação dos sete indicadores do padrão de adiposidade. Nos irmãos o valor situa-se entre 0.277 e 0.440, exceptuando a soma das pregas do tronco e a soma das seis pregas em que os resultados de r são mais baixos, entre 0.110 e 0.176, respectivamente. Nas irmãs os valores são moderados no rácio tronco/extremidades, na 1ª componente, na 3ª componente e na soma das pregas do tronco ($0.257 \leq r \leq 0.340$) e baixas na 2ª componente, soma das pregas do tronco e soma das seis pregas ($0.052 \leq r \leq 0.239$). Valores de correlação mais baixos foram registados entre irmãos do sexo oposto em todos os fenótipos ($-0.022 \leq r \leq 0.209$), exceptuando a soma das seis pregas (0.251).

Tabela 4: Correlações (\pm erro-padrão) dos indicadores do padrão de distribuição da adiposidade das diversas fratrias.

Fenótipos do Padrão de Adiposidade	Fratrias		
	Irmãos (pares = 77)	Irmãs (pares = 71)	Irmãos de sexo oposto (pares =145)
	$r \pm se$	$r \pm se$	$r \pm se$
Σ das seis pregas	0.176 \pm 0.121	0.239 \pm 0.128	0.251 \pm 0.088
Σ das pregas das Extremidades	0.277 \pm 0.124	0.207 \pm 0.157	0.209 \pm 0.095
Σ das pregas do tronco	0.110 \pm 0.111	0.257 \pm 0.128	0.172 \pm 0.090
Rácio Tronco/Extremidades	0.440 \pm 0.110	0.340 \pm 0.125	0.124 \pm 0.103
1ª Componente	0.343 \pm 0.117	0.311 \pm 0.127	-0.022 \pm 0.102
2ª Componente	0.301 \pm 0.119	0.052 \pm 0.123	0.150 \pm 0.091
3ª Componente	0.390 \pm 0.114	0.282 \pm 0.127	0.175 \pm 0.098

Discussão

Os estudos de agregação do padrão de adiposidade em famílias nucleares ou em fratrias têm como principal propósito verificar a presença de transmissão do património genético e cultural de um conjunto variado de fenótipos no seio da família. Uma das formas extremamente apelativas para esse efeito é a que resulta da interpretação das estimativas de h^2 . Apesar da sua reconhecida importância, os aspectos da biologia do padrão da adiposidade relacionados com factores de natureza genética têm sido relativamente pouco explorados. Entre os poucos estudos que conseguimos aceder, realizados em países desenvolvidos com famílias nucleares, sugerem que pelo menos 12% a 76% da variância no padrão de adiposidade é atribuída a factores genéticos (Pérusse et al, 2000; Rice et al, 1997; Katzmarzyk et al, 2000; Hunt et al, 2002). No entanto, a informação relativa à contribuição genética no padrão de adiposidade com fratrias é quase inexistente. No presente estudo na população rural de Calanga, os valores de h^2 dos sete fenótipos do padrão de adiposidade, calculados em fratrias, situam-se entre 33% e 65%. A estimativa mais elevada verificou-se no rácio tronco/extremidades. Estes valores são significativos, reveladores da importância dos factores genéticos nos padrões de adiposidade no seio das fratrias desta comunidade rural de subsistência familiar.

A maior parte dos estudos em famílias relativamente ao padrão de adiposidade limitam-se à avaliação das pregas de adiposidade consideradas individualmente, à sua soma e ao rácio tronco extremidades (Bouchard, 1988, Bouchard et al, 1988; Ramirrez, 1993; Butte et al, 2005; 2006; Hsu et al, 2005). No presente estudo, para a soma das pregas do tronco, das extremidades, das seis pregas e do rácio tronco extremidades, indicadores genéricos da gordura centralizada, da gordura periférica, da gordura total e do índice tradutor da gordura do tronco *versus* extremidades, os valores de estimativa h^2 foram de 42%, 45%, 48% e 65%, respectivamente. Os resultados de Calanga são similares aos referidos noutras pesquisas. Por exemplo, Pérusse et al. (1996; 2000); Rice et al. (1997;

1999); Katzmarzyk et al. (2000); Hunt et al. (2002) salientam a importância dos factores genéticos na variabilidade dos diferentes fenótipos marcadores do padrão de adiposidade. Têm sido identificadas regiões em diferentes cromossomas (estudos de *Linkage*) que se pensa conterem genes responsáveis pela variação em diferentes indicadores de adiposidade subcutânea, bem como genes candidatos em estudos de associação do tipo caso-controlo que permitem perceber com maior rigor e precisão o significado destas estimativas de heritabilidade (ver Rankinen et al, 2005).

Dos estudos do padrão de adiposidade no âmbito da Epidemiologia Genética não se conhece nenhum que tenha sido realizado com amostras de populações de países em transição sócio-demográfica e nutricional, em particular em países da Africa Sub-Sahariana, o que revela um desconhecimento da influência dos factores genéticos no padrão de adiposidade em particular no contexto de outras populações rurais ou não rurais do vasto território moçambicano. As estimativas relativamente elevadas registadas em Calanga são surpreendentes, devido à pressão ambiental em termos nutricionais, cuidados de saúde primários e doenças infecto-contagiosas que caracterizam a zona de estudo. Esta circunstância poderia constituir um factor impeditivo da actualização do potencial genético destes fenótipos. Se tal facto não ocorreu, pode sugerir, também, a sua associação ao ambiente comumente partilhado no seio da família, relacionado a factores de ordem cultural. Por exemplo, em comunidades de subsistência familiar na hierarquia da distribuição de alimentos disponíveis no seio da família nuclear a porção reservada aos filhos é geralmente igual entre os membros das fratrias e não raras vezes pobres em nutrientes.

Ainda assim, os resultados de Calanga reflectem alguma “convergência” com os valores reportados em países desenvolvidos. Por exemplo, Pérusse et al. (2000) num estudo com 483 indivíduos americanos pertencentes a 99 famílias nucleares de ambos os sexos dos 17 aos 65 anos encontraram estimativas moderadas a elevadas que designaram de transmissibilidade (t^2) em 31%, 34%, 36%, 50%

para a gordura total, gordura periférica, gordura centralizada e rácio tronco-extremidades, respectivamente. Num estudo similar ao anterior, realizado em 102 famílias nucleares canadianas, Katzmarzyk et al. (2000) também investigaram a variabilidade no rácio tronco-extremidade, na primeira componente e na soma de pregas de adiposidade; os resultados sugerem que uma fatia significativa da variação populacional se deve a factores genéticos com valores de h^2 de 0.30, 0.48 e 0.54, respectivamente. Este mesmo padrão foi constatado por Butte et al. (2005; 2006) com 319 famílias espanholas (h^2 para a gordura centralizada de 31%), por Rice et al. (1997) em americanos e Hunt et al. (2002) em canadianos com estimativas de h^2 para a gordura corporal total entre 34% e 54%. Contrariamente, no estudo Rice et al. (1999) com 412 indivíduos pertencentes a 105 famílias nucleares canadianas de ambos os sexos dos 8 aos 49 anos, a estimativa para a gordura corporal total foi somente de 16%. Bouchard et al. (1988) e Perusse et al. (2000) sugerem que geralmente o rácio tronco-extremidades comporta uma maior influência genética do que quantidade de gordura subcutânea, tendo sido identificado um gene candidato (ADRAZ:10p24-q26) num estudo de associação com negros que se pensa regular os valores deste rácio (Garenc et al. 2002).

A investigação acerca do estudo da descrição do padrão de adiposidade subcutânea a partir da análise em componentes principais é relativamente variada em países como EUA e no Canadá. Também parece consensual a emergência de três ou mais componentes (Li et al, 1996; Gu et al, 1997; Katzmarzyk et al. 2000) cuja descrição é semelhante à reportada para Calanga. Em contrapartida, são poucas as pesquisas que abordam aspectos da sua dependência genética. Nas fratrias de Calanga extraíram-se três componentes principais cujas estimativas de h^2 foram de 39%, 33% e 50% respectivamente. O valor mais elevado, 50% foi registado na 3ª componente com um indicador único (tricipital). Outras pesquisas salientam de modo idêntico, que uma percentagem significativa da variação de cada componente se deve a factores genéticos e do envolvimento, partilhado pelos familiares. Por exemplo, Li et al. (1996) analisaram 1237 indivíduos

canadianos pertencentes a 308 famílias nucleares, tendo constatado que o efeito aditivo dos genes explicava 34%, 40% e 48% da variação nas 1ª, 2ª e 3ª componentes, respectivamente. Mais recentemente, num estudo anteriormente citado com uma amostra canadiana, Katzmarzyk et al. (2000) referiram estimativas de h^2 para a 1ª componente de 48%. Não é evidente que o conjunto destas componentes esteja associado a qualquer gene com um efeito maior, não obstante a sua associação a genes candidatos, bem como a QTL's de reduzida magnitude de efeito (Rankinen et al. 2005). Ainda que a influência dos factores genéticos nas componentes principais do padrão de adiposidade seja inequívoca, alguns autores sugerem a existência de uma interacção entre factores genéticos e ambientais na variabilidade observada no padrão de adiposidade (Gu et al, 1997). Hunt et al. (2002) salientam, também, a importância dos factores ambientais comumente partilhados (como por exemplo hábitos nutricionais e actividade física) dentro das famílias nucleares na variabilidade observada no padrão de adiposidade.

Outra forma interessante de auxiliar na interpretação das estimativas de h^2 é estudar o padrão de agregação familiar através dos valores de correlação nas fratrias. Os resultados obtidos são baixos a moderados ($-0.02 \leq r \leq 0.44$). Nos irmãos, os valores foram moderados em todos os indicadores ($0.28 \leq r \leq 0.44$) com excepção da soma das seis pregas ($r=0.18$) e da soma das pregas do tronco ($r=0.11$). Um quadro similar foi observado nas irmãs ($0.26 \leq r \leq 0.34$), com excepção da soma das seis pregas ($r=0.24$), soma das pregas das extremidades ($r=0.21$) e a 2ª componente ($r=0.05$). Entre irmãos de sexo oposto as correlações foram baixas em todas os indicadores ($-0.02 \leq r \leq 0.21$), com excepção da soma das seis pregas ($r=0.25$). O padrão de correlações encontrado para os sete fenótipos sugere a presença de agregação entre membros da mesma família, o que reforça a ideia de uma componente genética a governar a variabilidade observada em fratrias da população rural de Calanga. Resultados similares têm sido descritos em diversas pesquisas. Por exemplo, numa revisão da literatura efectuada por Bouchard (1988) são referidos, para diversos marcadores do

padrão de adiposidade valores de r entre 0.32 e 0.42. Não obstante a correcção para diferentes covariáveis, é possível que os valores de correlação observadas entre irmãs esteja relacionado com diferenças nos estádios maturacionais, dado lidarmos com raparigas pré e pós púberes. Os valores de correlação mais reduzidos foram obtidos entre irmãos de sexo oposto, o que sugere aspectos do dimorfismo sexual na expressão diferencial no padrão de adiposidade, provavelmente associada a alterações na morfologia e crescimento dimensional dos sujeitos, nomeadamente na distribuição da gordura subcutânea e no desenvolvimento do tecido adiposo (Webster-Gandy et al, 2003; Gultekin et al, 2005). Na adolescência, as mudanças no padrão de adiposidade revela maior acumulação de gordura nas raparigas. Ainda assim, nos rapazes há a tendência para a acumulação da adiposidade no tronco (caracterizada, sobretudo por uma hipertrofia dos adipócitos localizados no tronco); nas raparigas, a tendência é para uma localização preferencial nos membros, com alguma direcção para a ginoidia.

Conclusões

De acordo com objectivos definidos e segundo os resultados encontrados conclui-se que: (1) a h^2 máxima varia entre 33% e 65% nos distintos indicadores do padrão de adiposidade, o que deixa antever que uma fatia significativa das diferenças encontradas entre irmãos, nos vários indicadores do padrão de adiposidade, se deve a factores genéticos; (2) os irmãos do mesmo sexo revelaram maior agregação do que irmãos de sexo oposto. Contudo, é importante referir que os resultados obtidos em fratrias são influenciados, também, por um efeito comumente partilhado. A comprovação de que os factores ambientais também são importantes na variação dos valores destes fenótipos, representa um sinal de máxima importância em termos de cuidados primários de saúde e nutricional, a que se adiciona repercussões evidentes na sua capacidade de trabalho.

Bibliografia

Bailey SM, Garn SM, Katch VL and Guire KE (1982): Taxonomic identification of human fat patterns. *Am J Phys Anthropol.* 59, 361-366.

Beunen G, Maes HH, Vlietinck R, Malina RM, Thomis M, Feys R et al (1998): Univariate and multivariate genetic analysis of subcutaneous fatness and fat distribution in early adolescence. *Behav Genet.* 28, 279-288.

Belahsen R, Mziwira M and Fertat F (2004): Anthropometry of women of childbearing age in Morocco: body composition and prevalence of overweight and obesity. *Public Health Nutr.* 7, 523-30.

Borecki I B, Rice T, Bouchard C and Rao DC (1991): Commingling analysis of generalized body mass and composition measures: The Quebec Family Study. *Int J Obes.* 15, 763-73.

Bouchard C (1988): Introductory notes on the topic of fat distribution. In: Bouchard, C., Johnston, FE (eds), Fat distribution during growth and later health outcomes. Allan R. Liss, Inc. New York. 1-8.

Butte NF, Comuzzie AG, Cole SA, Mehta NR, Cai G, Tejero M, Bastarrachea, R et al (2005): Quantitative genetic analysis of the metabolic syndrome in Hispanic children. *Pediatr Res.* 58, 1243-1248.

Butte NF, Cai G, Cole SA and Comuzzie AG (2006): Viva la Familia Study: genetic and environmental contributions to childhood obesity and its comorbidities in the Hispanic population. *Am J Clin Nutr.* 84, 646-654.

Ebbeling CB, Pawlak DB and Ludwig DS (2002): Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet.* 360, 473 – 482.

Ellis KL (2000): Human Body Composition: In Vivo Methods. *Physiol Rev.* 80, 649-680

Frisancho AR (2003): Reduced rate of fat oxidation: a metabolic pathway to obesity in the developing. *Am J Hum Biol.* 15, 522-532.

Garenc C, Perusse L, Chagnon YC, Rankinen T, Gagnon J, Borecki IB et al (2002): The alpha 2-adrenergic receptor gene and body fat content and distribution: the HERITAGE Family Study. *Mol Med.* 8, 88-94.

Goodpaster BH (2002): Measuring body fat distribution and content humans. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 5, 481-487.

Goran MI, Carpenter WH, McGloin A, Johnson R, Hardin M and Weinsler RI (1995): Energy expenditure in children of lean and obese parents. *Am J Physiol.* 268, E917-E924.

Greaves KA, Puhj J, Baranowski T, Gruben D and Seale D (1989): Ethnic differences in anthropometric characteristics of young children and their parents. *Hum Biol.* 61, 459-477.

Gultekin T, Akin G and Ozer BK (2005): Gender differences in fat patterning in children living in Ankara. *Anthropol Anz.* 63, 427-37.

- Hakala P, Rissanen A, Koskenvuo M, Kaprio J and Ronnema T** (1999): Environmental factors in the development of obesity in identical twins. *Int J Obes.* 23, 746–753.
- Hattori K, Becque MD, Katch VI, Rocchini AP, Boileau RA, Slaughter MH et al** (1987): Fat patterning of adolescents. *Ann Hum Biol.* 14, 23-8.
- Heyward VH and Wagner DR** (2004): Applied body composition assessment. Human Kinetics. Champaign.
- Heymsfield SB, Lohman TG, Wang ZM, and Going SB** (2005): Human Body Composition. Human Kinetics, Champaign, IL.
- Hebebrand J, Wulfange H, Goerg T, Ziegler A, Hinney A, Barth N et al** (2000): Epidemic obesity: are genetic factors involved via increased rates of assortative mating? *Int J Obes.* 24, 345–353.
- Hunt MS, Katzmarzyk PT, Perusse L, Rice T, Rao DC and Bouchard C** (2002): Familial resemblance of 7-year changes in body mass and adiposity. *Obes Res.* 10, 507-517.
- Hsu FC, Lenchik L, Nicklas BJ, Lohman K, Register TC, Mychaleckyj J et al** (2005): Heritability of body composition measured by DXA in the diabetes heart study. *Obes Res.* 13, 312-319.
- INE** (2006): Instituto Nacional de Estatística. Resenciamento geral da população. Maputo. Moçambique.
- Katzmarzyk PT, Malina RM, Pérusse L, Rice T, Province MA, Rao DC et al** (2000): Familial resemblance in fatness and fat distribution. *Am J Hum Biol.* 12, 395-404.
- Katzmarzyk PT and Bouchard C** (2005): Genetic influences on human body composition. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z.; Going SB. editors. Human Body Composition. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers. 177-201.
- Kruger HS, Margetts BM and Vorster HH** (2004): Evidence for relatively greater subcutaneous fat deposition in stunted girls in the North West Province, South Africa, as compared with non-stunted girls. *Nutrition.* 20, 564-569.
- Li Z, Rice T, Pérusse L, Bouchard C and Rao DC** (1996): Familial aggregation of subcutaneous fat patterning: principal components of skinfolds in the Québec Family Study. *Am J Hum Biol.* 8, 537-542.
- Lohman TG, Roche AF and Martorell R** (1988) : Anthropometric standardization reference manual. Champaign, Ill: Human Kinetics Books.
- Luke A, Guo X, Adeyemo AA, Wilks R, Forrester T, Lowe W Jr et al** (2001): Heritability of obesity-related traits among Nigerians, Jamaicans and US black people. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 25, 1034-1041.
- Maia J, Prista A and Marques A** (1995): Fat patterning in pre-and post-pubertal girls from Maputo, Mozambique: na exploratory study. In: Coetsee MF, Heerden HJ (eds), Proceeding of the ICPARFR – Nutritional and Physical Activity. Department of Human Moviment Sciences. Univesity of Zululand. South Africa. 76-84.

Maia J, Prista A and Saranga S (2002): Padrão de Adiposidade subcutânea. Efeito da idade, sexo, maturação biológica e estatuto socio-económico. In: Prista A., Maia J., Saranga S., Marques A.T. (eds). Saúde, crescimento e desenvolvimento: um estudo epidemiológico em crianças e jovens de Moçambique. FCDFD-Universidade do Porto, FCEFD-Universidade Pedagógica, Porto, Portugal. 33-47.

Malina RM (2005): Regional body composition: age, sex, and ethnic variation. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang ZM, and Going SB (eds). Human Body Composition. Human Kinetics. Champaign. 217-256.

Malina RM, Bouchard C and Bar-Or O (2004): Growth, Maturation, and Physical Activity. Human Kinetics. Champaign

Mattsson S and Thomas BJ (2006): Development of methods for body composition studies. *Phys Med Biol.* 51, 203-228.

Nelson TL, Vogler GP, Pedersen NL and Miles TP (1999) Genetic and environmental influences on waist-to-hip ratio and waist circumference in an older Swedish twin population. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 23, 449-55.

Nelson TL, Brandon DT, Wiggins SA and Whitfield KE (2002): Genetic and environmental influences on body-fat measures among African American twins. *Obes Res.* 10, 733-739

Pasquet P, Temgoua LS, Melaman-Sego F, Froment A and Rikong-Adié H (2003): Prevalence of overweight and obesity for urban adults in Cameroon. *Ann Hum Biol.* 30,551-62.

Perusse L, Despres JP, Lemieux S, Rice T, Rao DC and Bouchard C (1996): Familial aggregation of abdominal visceral fat level: results from the Quebec Family Study. *Metabolism* 45, 378-382.

Pérusse L, Rice T, Province MA, Gagnon J, Leon AS, Skinner JS et al (2000): Familial aggregation of amount and distribution of subcutaneous fat and their responses to exercise training in the HERITAGE Family Study. *Obes Res.* 8, 140-150.

Rankinen T, Zuberi A, Chagnon YC, Weisnagel CJ, Argyropoulos G, Walts B et al (2006): The Human Obesity Gene Map: The 2005 Update. *Obesity*, 14, 529-644.

Rice T, Daw EW, Gagnon J, Bouchard C, Leon AS, Skinner JS, Wilmore JH et al (1997): Familial resemblance for body composition measures: the HERITAGE Family Study. *Obes Res.* 5, 557-562.

Rice T, Perusse L, Bouchard C and Rao DC (1999): Familial aggregation of body mass index and subcutaneous fat measures in the longitudinal Quebec Family Study. *Genet Epidemiol.* 16:316-334.

S.A.G.E. 5.x (2005): Statistical Analysis for Genetic Epidemiology.
<http://darwin.cwru.edu/sage/>

Speakman JR (2004): Obesity: The integrated roles of environment and genetics. *Nutr Clin Pract.* 134, 2090S-2105S.

Treuth MS, Butte NF, Ellis KJ, Martin LJ and Comuzzie AG (2001): Familial resemblance of body composition in prepubertal girls and their biological parents. *Am J Clin Nutr.* 74, 529-533.

Turcato E, Bosello O, Di Francesco V, Harris TB, Zoico E, Bissoli L, Fracassi E and Zamboni M (2002): Waist circumference and abdominal sagittal diameter as surrogates of body fat distribution in the elderly: their relation with cardiovascular risk factors. *Int J Obes.* 24, 1005-1010.

Webster-Gandy J, Warren J and Hemry CJ (2003): Sexual dimorphism in fat patterning in a sample of 5 to 7-year-old children in Oxford. *Int J Foot Sci Nutr.* 54, 467-71.

Wigginton JE and Abecasis GR. (2005): PEDSTATS: Descriptive statistics, graphics and quality assessment for gene mapping data. *Bioinformatics.* 21, 3445-3447.

Whitfield KE, Brandon DT, Wiggins SA, Vogler G and McClearn G (2003): Does intact pair status matter in the study of African American twins? The Carolina African American Twin Study of Aging. *Exp Aging Res.* 29, 407-23

World Health Organization WHO (2000): Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Geneva.

World Health Organization WHO (2002): Saúde em Africa: Escritório Regional Africano. Brazzaville, Congo.

World Health Organization WHO (2004): The atlas of heart disease and stroke.

Wu CH, Yao WJ, Lu FH, Yang YC, Wu JS and Chang CJ (2001): Sex differences of body fat distribution and cardiovascular dysmetabolic factors in old age. *Age Ageing.* 30, 331-336.

Capítulo 6

***As semelhanças inter-fratrias nas componentes
do somatótipo numa comunidade rural
Moçambicana: Influência dos aspectos
genéticos e ambientais***

Sílvio Saranga, Leonardo Nhantumbo, António Prista, Gaston Beunen, Jorge Rocha,

Sarah Williams-Blangero, José Maia

Artigo submetido a revista American Journal of Human Biology (em revisão)

As semelhanças inter-fratrias nas componentes do somatótipo numa comunidade rural Moçambicana: Influência dos aspectos genéticos e ambientais

Heritabilities of somatotype components in a population from rural Mozambique

Resumo

Este estudo pretendeu (1) averiguar a magnitude de agregação familiar nas três componentes do somatótipo com base num delineamento com fratrias, e (2) pesquisar a influência dos factores genéticos e ambientais nas componentes isoladas do somatótipo. A amostra é constituída por voluntários estudados no âmbito da 1ª fase do projecto “Estudo Variabilidade Biológica em Moçambique”. Num total de 329 indivíduos (173 masculino, 156 feminino) com idades entre 7 e os 17 anos, pertencentes a 132 famílias, com fratrias variam de 2 a 7 elementos. O somatótipo foi avaliado de acordo com a metodologia de Heath-Carter. As correlações e as estimativas de heritabilidade nas distintas fratrias foram calculadas no módulo FCOR e ASSOC do *software* de Epidemiologia Genética S.A..G.E. Na estimativa da heritabilidade foram incluídos, passo-a-passo, diferentes covariáveis: idade, sexo, interacção idade x sexo, idade², idade³, níveis de actividade física. Principais resultados e conclusões: a heritabilidade foi moderada na Endomorfia (40%), na Mesomorfia (30%) e na Ectomorfia (31%), o que expressa uma clara prevalência da influência ambiental em todas as componentes isoladas do somatótipo. Os resultados do presente estudo, são inferiores aos obtidos em estudos com populações dos países desenvolvidos. Este quadro de resultados pode estar associado ao facto dos membros das fratrias estarem sujeitos a um forte *stress* ambiental bem característico deste tipo de populações rurais.

Palavras-chave: genética quantitativa, fratrias, composição corporal, Calanga.

Abstract

AIM: (1) to estimate the heritabilities of aspects of somatotype and (2) to compare the quantitative genetic effects in an African population to those that have been assessed in European and American populations. SUBJECTS AND METHODS: The sample was composed of 329 subjects (173 males and 156 females) aged 7 to 17 years, belonging to 132 families. The sibships in the sample ranged in size from 2 to 7 individuals. All sampled individuals were residents of the Calanga region, an area located to the north of Maputo in Mozambique. Somatotype was assessed using the Heath-Carter technique. Heritabilities were estimated (adjusted for age, age², age³, sex, and somatotype components) using the genetic analysis software package, S.A.G.E. RESULTS: Moderate heritabilities were determined for each trait. Between 30% and 40% of the variation in each somatotype measure was attributable to genetic factors. The heritability of Ectomorphy was 31%. Mesomorphy was similarly moderately heritable, with approximately 30% of the variation attributable to genetic factors. The heritability of endomorph was higher in the Calanga population ($h^2=0.40$). CONCLUSIONS: Quantitative genetic analyses of somatotype variation among siblings indicate that genetic factors significantly influence endomorphy; mesomorphy, and ectomorphy. However, environmental factors also have significant effects on the variation in physique present in the population of Calanga. Lack of proper nutrition, housing, medical assistance, and primary health care, together with very demanding and sex-specific daily chores may contribute to the environmental effects on these traits.

Key words: quantitative genetics, siblings, body composition, Calanga.

Introdução

Há várias décadas que o significado antro-po-cultural da variabilidade na forma e proporções corporais do *homo sapiens* tem suscitado o interesse de vários investigadores, sobretudo nas áreas da Antropologia Física e da Biologia Humana. Esta manifestação inquisitiva prende-se não só a questões relativas à identificação dos protótipos físicos mais adequados às características distintas do ambiente em que os sujeitos vivem (Marks, 1995; Lewontin, 1995), e à sua relação com reduzida ou elevada funcionalidade em termos de produção de trabalho (Malina et al., 2004), mas também à sua associação a factores de risco metabólico (Katzmarzyk et al., 1998). Embora se pense que um conjunto indiferenciado de genes desempenhe um papel fundamental na determinação das proporções corporais (Norgan, 1998), a expressão do potencial de diferentes génotipos está sempre condicionada à sua exposição e resposta à variabilidade dos factores ambientais. Por exemplo, há aspectos da morfologia humana que estão condicionadas pela relação entre a superfície e o volume corporais que parecem resultar da interacção génotipo e ambiente na termorregulação (Lewontin, 1995; Marks, 1995).

Uma forma extremamente apelativa de descrever, classificar e interpretar os vários aspectos da forma do corpo durante o crescimento somático é, sem dúvida, aquela que se encontra adstrita ao domínio das tipologias morfológicas externas, de que a somatotipologia é um excelente exemplo (Carter e Heath, 1990). Ainda que o somatótipo seja uma entidade descritora da forma geral do corpo, a sua expressão quantitativa encontra-se repartida por três componentes: a endomorfia, ou primeira componente, que exprime o grau de gordura-magreza; a mesomorfia, ou segunda componente, que traduz o desenvolvimento do tecido conjuntivo, em especial do tecido muscular e esquelético relativamente à altura; a ectomorfia, ou terceira componente, que expressa a linearidade ou o desenvolvimento em comprimento (Carter e Heath, 1990). Uma das questões nucleares da investigação acerca da variação visível nas componentes do somatótipo ao longo

do crescimento e desenvolvimento de crianças e jovens, ou em adultos, reside precisamente na exploração das causas subjacentes à sua plasticidade fenotípica (Beunen et al., 1987; Johnston, 2002). Factores genéticos, ambientais e sua interacção contribuem para a explicação dessa variabilidade. Com a finalidade de determinar a relevância dos factores genéticos nas componentes do somatótipo, várias pesquisas têm sido realizadas com gémeos (Chovanová et al., 1982; Song et al. 1994; Peeters et al., 2007; Reis et al., 2007), famílias nucleares e *pedigrees* extensos (Song et al., 1993; Sánchez-Andrés, 1995; Katzmarzyk et al., 2000; Rebato et al., 2000). Por exemplo, Song et al. (1994) no estudo com gémeos encontraram valores de correlação intraclasse (medida de homogeneidade de pares de valores) mais elevados em gémeos monozigóticos do que em dizigóticos nas componentes do somatótipo, o que sugere a presença de efeitos genéticos. De um modo semelhante, Peeters et al. (2003) averiguaram longitudinalmente a presença de factores genéticos nas mudanças das componentes do somatótipo em jovens ao longo de 9 anos, mostrando o elevado valor da parte genética em detrimento da ambiental. Song et al. (1993), Sánchez-Andrés (1995), Katzmarzyk et al. (2000) e Rebato (2000) pesquisaram, em famílias nucleares de diferentes países, a presença de factores genéticos a governar a agregação familiar e salientaram a presença de efeitos genéticos moderados a substanciais na expressão das diversas componentes do somatótipo.

As pesquisas centradas na descrição do somatótipo de populações africanas são reduzidas, centrando-se quase exclusivamente em atletas adultos da África do Sul (van Lieshout e Lombard, 2003), Tunísia (Chaouachi et al., 2005) e Nigéria (Mathur et al., 1985). Os únicos estudos que procuraram interpretar o significado nas mudanças do somatótipo de crianças de zonas rurais ao longo da idade são os de Monyeki et al. (1999, 2002) com crianças sul-africanas das zonas rurais. Face à reduzida dimensão da pesquisa somatotipológica em crianças e jovens africanas, e à inexistência de estudos de genética quantitativa em famílias nucleares ou irmandades, são objectivos do presente estudo: (1) averiguar a magnitude de agregação familiar nas três componentes do somatótipo com base

num delineamento com irmandades, e (2) pesquisar a influência dos factores genéticos e ambientais nas componentes isoladas do somatótipo.

Material e Métodos

Amostra

A amostra foi constituída por 329 indivíduos (173 do sexo masculino, 156 do sexo feminino) pertencentes a 132 famílias, cujas irmandades variam entre 2 e 7 elementos. As suas idades estavam compreendidas entre os 7 e os 17 anos. Os sujeitos constituintes da nossa amostra representam $\approx 10\%$ da população total de Calanga na faixa etária dos 7 aos 20 anos de idade. Eram todos estudantes e residiam na localidade de Calanga-Manhiça, província de Maputo, Moçambique. A idade média dos rapazes era de 11.54 ± 2.60 anos e das raparigas era de 10.74 ± 3.03 anos. Estes sujeitos fazem parte da 1ª etapa do projecto “Estudo Variabilidade Biológica em Moçambique”, que tem como principal propósito oferecer informação sobre a variabilidade na população moçambicana, seu significado e alcance na componente da saúde pública, das políticas socio-económicas e educativas. Moçambique fica situado na costa oriental do continente africano (ver fig. 1), tendo um território de 799.390 Km^2 , sendo a sua maior parte constituída por um planalto pouco elevado. A população moçambicana foi oficialmente estimada em ≈ 20 milhões de habitantes (INE, 2006). A localidade de Calanga pertence ao Distrito da Manhiça, situa-se a 75 Km a norte de Maputo, tem uma superfície de 2.373 Km^2 , o seu limite a norte é o distrito de Magude, a Nordeste o distrito de Bilene, Este o Oceano Índico, a Sul o distrito de Marracuene e a Sudeste o Distrito da Moamba. A população da Calanga foi estimada em 9.451 pessoas, sendo 3361 crianças na faixa etária compreendida entre os 6 e os 20 anos de idade (INE, 2006).



Figura 1: Localização de Moçambique

A principal fonte de subsistência da população é a agricultura familiar. As famílias desta comunidade são classificadas como pertencentes a um estrato socio-económico baixo. As habitações são de construção precária, não há água canalizada nem energia; não há assistência médica e a rede escolar é deficitária. As vias de acesso são de terra batida, não sendo transitáveis em alguns períodos do ano. Os objectivos do estudo foram antecipadamente explicados aos pais, bem como às direcções das escolas, chefe e oficiais do posto administrativo e líderes comunitários. Aos encarregados de educação com alguma literacia foi-lhes solicitados para que lessem e assinassem um consentimento informado preparado para o efeito, e que detalhava os objectivos e procedimento essenciais do estudo; os encarregados de educação sem literacia, o mesmo consentimento informado foi-lhes lido em voz alta e explicado em língua local, tendo-lhes sido solicitado a impressão digital do dedo indicador direito 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 Comité Nacional de Bioética para a Saúde.

Medidas antropométricas

As medidas antropométricas obtidas nas irmandades foram as seguintes: altura, peso, pregas de adiposidade subcutânea tricípital, subescapular, suprailíaca e geminal; perímetro do braço tenso e geminal; diâmetros ósseos bicôndilo humeral e bicôndilo femural. Os procedimentos técnicos adotados para obtenção destas medidas somáticas foram descritos e padronizados por Lohman et al. (1988). Para a altura foi usado o estadiometro de Marca Harpender com aproximação aos milímetros. O peso foi medido na balança de marca Secca com aproximação aos 0.5 quilogramas. Para medição das pregas de adiposidade foi utilizado o adipómetro de marca GPM, com um campo de aplicação 0-45 milímetros. Os perímetros foram medidos com fita métrica da marca Holtain, graduada em milímetros com zero afastado do início da fita. Para os diâmetros foi utilizado compasso pequeno de pontas redondas, marca GPM com campo de aplicação 300 milímetros.

Procedimentos estatísticos

A análise foi elaborada de acordo com as seguintes etapas. A primeira compreendeu a análise exploratória com o objectivo de verificar eventuais erros de entrada de informação, a presença de *outliers* e a normalidade das distribuições através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Na segunda etapa procedeu-se ao cálculo das diferentes componentes do somatótipo a partir das fórmulas descritas por Carter e Heath (1971) baseada nas dez medidas somáticas anteriormente descritas. A endomorfia foi obtida da soma de três pregas de adiposidade: tricípital, subescapular e suprailíaca, de acordo com a seguinte formula: $Endo = [-0.7182 + 0.1451 \times ((\text{tricípital} + \text{subescapular} + \text{suprailíaca}) \times (\text{Altura} / 170.18))] - [0.00068 \times ((\text{tricípital} + \text{subescapular} + \text{suprailíaca}) \times (\text{altura} / 170.18))^2] + [-0.00068 \times ((\text{tricípital} + \text{subescapular} + \text{suprailíaca}) \times (\text{Altura} / 170.18))^3] - 0.7182$; a mesomorfia foi calculada a partir das medições dos diâmetros bicôndilo-humeral e bicôndilo-fémural, do perímetro braquial

corrigida para prega de adiposidade tricípital, e do perímetro da perna corrigida pela prega de adiposidade geminal. A fórmula usada é a seguinte: $Meso = (0.858 \times \text{diâmetro bicôndilo-umeral}) + (0.601 \times \text{diâmetro bicôndilo-fémural}) + (0.188 \times (\text{perímetro braquial} - \text{prega tricípital})) + (0.161 \times (\text{perímetro geminal} - \text{prega geminal})) - (0.131 \times \text{altura}) + 4.5$. A ectomorfia é baseada no índice ponderal recíproco (IPR), ou seja, a estatura dividida pela raiz cúbica do peso, cuja fórmula é, $Ecto = 0.732 \times IPR - 28.58$, em que $IPR = \text{altura} / (\text{peso}^{1/3})$. Na terceira etapa foi utilizado o PEDSTATS (Wigginton e Abecasis, 2005) para inspeccionar a estrutura de cada irmandade. Neste *software* foi também efectuada a análise exploratória da informação no que diz respeito às três componentes do somatótipo no seio de cada fratria. Na quarta etapa estimou-se a heritabilidade para as três componentes do somatótipo, obtidas no módulo ASSOC do S.A.G.E (S.A.G.E., 2005) incluindo, passo-a-passo, diferentes covariáveis: idade, sexo, interacção idade x sexo, idade², idade³, as componentes do somatótipo e os níveis de actividade física descritos de diferentes modos (actividade física habitual e um coeficiente de actividade sugeridos por Prista et al. 2000). Finalmente, os coeficientes de correlação entre pares de irmãos para a Endomorfia, Mesomorfia e Ectomorfia (calculados após ajustamento de cada componente para as covariáveis significativas no ASSOC) com base no módulo FCOR do *software* de Epidemiologia Genética S.A.G.E. (S.A.G.E., 2005). Dado que no cálculo multivariado das correlações entre irmão-irmão, irmã-irmã, irmão-irmã deste módulo do S.A.G.E. está implementado um algoritmo baseado nas séries de Taylor, não é necessária a presença de normalidade multivariada. As correlações obtidas, intraclasse entre pares de irmãos do mesmo sexo, e interclasse para pares de irmãos do sexo oposto, são estimativas robustas dos valores populacionais.

Resultados

Na Tabela 1 são apresentadas as estatísticas descritivas das medidas utilizadas para o cálculo das três componentes do somatótipo.

Tabela 1: Valores médios e desvio-padrão das 10 medidas utilizadas para o cálculo do somatótipo entre membros das fraternias

Medidas Somáticas	Irmandades			
	Irmãos (n= 173)		Irmãs (n= 156)	
	M±dp	Amplitude	M±dp	Amplitude
Idades (anos)	11.54±2.60	7-17	10.74±3.03	7-17
Altura (cm)	136.65±16.43	105.50-174.80	132.49±15.56	102.50-164.70
Peso (kg)	31.84±10.72	16.20-64.50	29.39±9.71	14.50-61.95
Prega tricipital (mm)	5.89±1.23	3.50-10.00	7.13±1.61	3.75-11.70
Prega subescapular (mm)	5.44±1.08	3.30-10.78	6.39±1.33	3.58-11.00
Prega ilíaca (mm)	5.87±1.79	3.00-11.10	7.08±1.97	3.10-11.10
Prega geminal (mm)	7.53±1.57	4.05-12.00	8.93±1.76	4.80-13.58
Perímetro braquial tenso (cm)	21.50±3.32	16.00-30.55	20.85±3.17	15.70-29.30
Perímetro geminal (cm)	25.89±3.31	19.80-33.65	25.25±3.53	13.60-34.05
Diâmetro bicôndilo humeral (cm)	5.42±0.65	3.70-7.80	5.34±0.61	4.00-7.25
Diâmetro bicôndilo femural (cm)	7.69±0.77	5.80-9.60	7.52±0.76	6.15-10.20

Os valores médios das três componentes do somatótipo da amostra de Calanga são apresentados na Tabela 2 para as fraternias do mesmo sexo. Verifica-se uma semelhança nos valores médios da mesomorfia e ectomorfia nas duas fraternias. O mesmo não ocorre na endomorfia, já que a diferença é de 0.58 unidades. A classificação das diferentes fraternias é ecto-mesomorfa para os irmãos e irmãs, respectivamente.

Tabela 2. Média e desvio-padrão das diferentes componentes do somatótipo

Irmandade	Componentes do Somatótipo					
	Endomorfia		Mesomorfia		Ectomorfia	
	M±dp	Range	M±dp	Range	M±dp	Range
Irmãos (n= 173)	2.10±0.44	1.22-3.52	3.69±0.91	1.06-6.89	3.24±0.93	1.04-5.08
Irmãs (n= 156)	2.68±0.53	1.57-3.96	3.73±0.92	1.05-6.98	3.08±0.94	1.00-5.08

Na Tabela 3 encontram-se os valores das correlações das três componentes do somatótipo entre os diferentes pares de irmãos. Nos irmãos os coeficientes de correlação variam entre -0.14 e 0.22. Nas irmãs, os valores variaram entre -0.02 e 0.25. Entre irmãos do sexo oposto, os valores são muito baixos para qualquer uma das componentes do somatótipo.

Tabela 3: Correlações (\pm erro-padrão) das componentes do somatótipo entre as diversas irmandades

Irmandade	Componentes do Somatótipo		
	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
	$r \pm ep$	$r \pm ep$	$r \pm ep$
Irmãos (n = 58)	0.22 \pm 0.12	-0.14 \pm 0.11	0.18 \pm 0.12
Irmãs (n = 41)	-0.02 \pm 0.11	0.05 \pm 0.14	0.25 \pm 0.12
Irmãos do sexo oposto (n =83)	0.09 \pm 0.09	0.08 \pm 0.09	-0.05 \pm 0.09

A Tabela 4 apresenta os valores de heritabilidade (h^2) com ajustamento a covariáveis estatisticamente significativas para estimar os efeitos genéticos na interpretação da variabilidade inter-fratrias nas três componentes do somatótipo.

Tabela 4: Resultados do ajustamento de diferentes modelos para estimar a componente genética (h^2) na estrutura multifaceta do somatótipo.

Elementos do modelo*	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Componentes de variância			
Poligénica	0.071 \pm 0.026	0.211 \pm 0.102	0.165 \pm 0.077
Residual	0.108 \pm 0.023	0.493 \pm 0.098	0.366 \pm 0.073
Covariáveis			
Idade	-1.742 \pm 0.399	-0.113 \pm 0.017	0.494 \pm 0.116
Sexo	0.543 \pm 0.047	-	0.218 \pm 0.095
Idade x Sexo	-	-	-
Idade ²	0.147 \pm 0.035	-	-0.019 \pm 0.005
Idade ³	-0.004 \pm 0.001	-	-
Endomorfia	-	-	-0.666 \pm 0.086
Mesomorfia	-	-	-0.322 \pm 0.047
Ectomorfia	-0.205 \pm 0.028	-	-
Actividades Domésticas	-	-0.004 \pm 0.002	-
Variância total	0.179 \pm 0.014	0.704 \pm 0.056	0.531 \pm 0.042
Heritabilidade	0.399\pm0.138	0.300\pm0.138	0.311\pm0.138
p value	0.003	0.030	0.025

Das nove covariáveis consideradas, cinco são significativas na Endomorfia, duas na Mesomorfia, e cinco na Ectomorfia. A heritabilidade foi moderada na Endomorfia (\approx 40%), na Mesomorfia (30%) e na Ectomorfia (31%). Estes resultados sugerem que não obstante a presença de factores genéticos a explicar a variação nas diferentes componentes do somatótipo, a maior parte da variação parece ser atribuída aos factores ambientais próprios deste grupo populacional.

Discussão

Com base na informação disponível, parece ser consensual a atribuição de importância aos efeitos aditivos e interactivos dos genes e do ambiente nas componentes do somatótipo. Contudo, é importante salientar que os estudos recentes que abordam a influência genética e ambiental nas componentes do somatótipo em gémeos e em famílias nucleares ou irmandades circunscrevem-se, quase que exclusivamente, a amostras provenientes de países desenvolvidos como os EUA (Katzmarzyk et al., 2000), Canadá (Song et al., 1993), Bélgica (Peeters et al., 2003, Huygens et al., 2004) e Espanha (Rebato et al., 2000). É mais ou menos evidente das pesquisas com fratrias encontrar correlações moderadas a elevadas ($0.21 \leq r \leq 0.66$), quando ajustadas a covariáveis como a idade, o sexo, indicadores do *status* sócio económico, o *intake* calórico e os níveis de actividade física (Bouchard et al., 1980; Pérusse et al., 1988; Song et al., 1993; Rebato et al., 2000; Katzmarzyk et al., 2000), como também uma forte componente genética a regular a sua variação nas componentes do somatótipo, que na maioria dos casos se situa entre 0.56 e 0.68. Contudo, é importante salientar que do nosso conhecimento não existe nenhum estudo que aborde as questões da agregação familiar nas componentes do somatótipo nos países africanos, principalmente nos que se situam na Africa Sub-Sahariana. Esta lacuna implica que na interpretação e comparação dos resultados desta pesquisa se recorra aos estudos realizados nos países anteriormente citados, o que conduz a uma certa insuficiência explicativa.

No que diz respeito aos valores médios das várias componentes do somatótipo encontram-se diferenças entre irmãos e irmãs da população de Calanga, sobretudo na endomorfia. As irmãs apresentam valores superiores aos irmãos, o que pode ser parcialmente explicado pelos facto de, na faixa etária em estudo, ocorrerem alterações na morfologia e crescimento dimensional dos sujeitos, nomeadamente em termos de distribuição da gordura subcutânea e aumento do tecido adiposo. Geralmente, as raparigas salientam maiores ganhos de massa

gorda, enquanto que os rapazes tendem a desenvolver a massa muscular (Malina et al., 2005). Das três componentes, a mesomorfia é a que possui médias mais elevadas em ambas as fratrias. Actividades físicas vigorosas semelhantes às desenvolvidas pelos habitantes de comunidades rurais de subsistência familiar tendem a favorecer essencialmente a componente mesomórfica em detrimento da endomórfica. Na população em análise, as mais diversas actividades típicas de subsistência (actividades agrícolas artesanais, a pastorícia, a caça tradicional e a riqueza lúdica dos tempos livres) concorrerem para explicar o quadro de resultados da Tabela 2.

Não obstante a importância da pesquisa em Genética Quantitativa sobre uma grande variedade de fenótipos (ver por exemplo Bouchard et al., 1997; Silventoinen et al., 2000; Arya et al., 2002), a informação actual sobre a contribuição genética nas componentes isoladas do somatótipo em famílias nucleares ou irmandades é muito reduzida (Katzmarzyk et al., 2000; Rebato et al., 2000). Neste tipo de pesquisa opta-se, normalmente, por duas estratégias de análise: (1) ou se remove inicialmente o efeito das covariáveis com base em modelos de regressão múltipla e consideram-se os resíduos como sendo a expressão mais “limpa” do fenótipo em estudo, (2) ou se incluem as covariáveis no modelo que estimará a heritabilidade. Dada a sofisticação analítica e flexibilidade do S.A.G.E. optamos por esta última estratégia, dado ser possível testar, formalmente, o significado estatístico de cada covariável e deste modo considerar, ou não, o seu valor no modelo final. Na presente pesquisa nem sempre foi necessário incluir no modelo de estimação de h^2 de cada uma das componentes do somatótipo todas as variáveis confundidoras. Numa primeira fase foram introduzidas todas as covariáveis no modelo. Dessas covariáveis, foram significativas cinco na Endomorfia (idade, sexo, idade², idade³ e Ectomorfia); duas na Mesomorfia (idade e actividades domésticas), e cinco na Ectomorfia (idade, sexo, idade², Endomorfia, Mesomorfia). Esta entrada de covariáveis é justificável pelo facto das componentes do somatótipo variarem fundamentalmente em função da idade e do sexo durante a infância e

adolescência (Malina et al., 2004). As estimativas consistentes de h^2 foram de 30%, 31% e 40% para a Mesomorfia, a Ectomorfia e a Endomorfia, respectivamente. Estes resultados são inferiores aos frequentemente salientados em pesquisas oriundas de países desenvolvidos, em que os factores genéticos são geralmente responsabilizados pela variabilidade registada nas componentes isoladas do somatótipo (Bouchard et al., 1980; Katzmarzyk et al., 2000). Na Bélgica, Huygens et al. (2004), analisaram 748 irmãos provenientes de 333 famílias flamengas, tendo estimado o limite superior de heritabilidade designado por transmissibilidade (t^2) em 67%, 97% e 86% para a endomorfia, mesomorfia e ectomorfia, respectivamente. Katzmarzyk et al. (2000) estudaram 328 sujeitos pertencentes a 103 famílias nucleares canadianas, e os resultados também salientaram valores elevados de h^2 na ordem dos 56%, 68%, e 56% para Endomorfia, Mesomorfia e Ectomorfia, respectivamente. Os resultados da presente pesquisa são claramente inferiores aos dos estudos anteriormente citados. É difícil interpretar os nossos resultados pela reconhecida escassez de estudos neste âmbito com estas populações. No entanto, Malina (2004) indica que o tipo físico individual do jovem adulto é razoavelmente reconhecido na infância, o que provavelmente saliente, uma forte dependência genética. Os baixos valores de heritabilidade observados nas distintas componentes do somatótipo nesta pesquisa, talvez, espelhe disparidades na morfologia e crescimento dimensional inter-fratrias, nomeadamente na distribuição da gordura subcutânea, no desenvolvimento do tecido adiposo, e da massa muscular e no tamanho dos membros inferiores reactivamente à altura, pelo facto da amostra incluir indivíduos de distintas fases de crescimento somático. Outrossim, é a circunstância de se tratar de uma população rural exposta a uma pressão ambiental adversa, em que a precariedade das condições higiénico-sanitárias e insuficiência nutricional, resultado da pobreza e isolamento económico são uma realidade.

Por se reconhecer que os irmãos partilham, em média, metade dos genes, seria teoricamente razoável esperar valores de correlação e de estimativas de heritabilidade próximos de 50% se somente efeitos genéticos explicassem a variação e covariação estimada. O facto de tal não ter ocorrido, parece reflectir, de modo bem claro, o forte efeito do ambiente não comumente partilhado. Esta sugestão, está associada ao facto de nas actividades de subsistência familiar diária os membros da mesma família passarem a maior parte do seu tempo produzindo rotinas de vida díspares no seio de cada família nuclear. Por exemplo, às meninas são atribuídas actividades domésticas como cuidar dos irmãos, carregar água e apanhar lenha; os rapazes envolvem-se essencialmente em actividades como a pastorícia e a caça.

Posteriormente, analisamos as correlações entre pares específicos de irmãos, isto é, irmão-irmão, irmã-irmã, e irmão-irmã, com o propósito de melhor compreender as estimativas de h^2 observadas. Os resultados salientaram baixos valores de associação em cada uma das componentes do somatótipo ($-0.14 \leq r \leq 0.25$). Nos irmãos, os valores das correlações mais elevadas foram observadas na Endomorfia e Ectomorfia ($r=0.22$) e ($r=0.18$), nas irmãs na Endomorfia ($r=0.25$). Estes resultados sugerem eventuais distinções no nível de agregação familiar nas diversas fratrias de irmãos nas componentes isoladas do somatótipo, o que poderá reforçar a ideia do efeito ambiental distinto. Uma tendência distinta foi observada no estudo realizado por Rebato et al. (2000) numa pesquisa realizada com 1350 irmãos de ambos os sexos dos 4 aos 24 anos, provenientes de 634 famílias nucleares espanholas em que constataram valores de correlação significativas (quando ajustadas a diferentes covariáveis), variando entre 0.19 e 0.66. Entre irmãos a correlação foi mais elevada na mesomorfia 0.66, enquanto que nas irmãs foi de 0.42, e nos irmãos do sexo oposto de 0.19. Resultados análogos foram observados por Song et al. (1993) num estudo realizado com 938 sujeitos canadianos de origem francesa de ambos os sexos pertencentes a 243 famílias nucleares, com valores de correlação (ajustados a covariáveis como idade, sexo, *intake* calórico e níveis de actividade física) entre irmãos de 0.32,

0.55, 0.38 para a endomorfia, mesomorfia e ectomorfia, respectivamente. Estes resultados eram de esperar, face aos altos padrões de vida nestes países, como seja melhor aporte nutricional e cuidados higiénico-sanitários (Carter e Heath, 1990; Malina et al., 2004). O padrão de resultados observado entre irmãos do sexo oposto da nossa amostra, parece encontrar explicação em aspectos de natureza sócio-cultural, biológicos e mesmo de relações interpessoais. Nestas comunidades, rapazes e raparigas diferem substancialmente no modo como se relacionam com o seu corpo, com as suas expectativas de afirmação pessoal no seio de grupo de pares; elas pela gordura e eles pela virilidade.

Na verdade, a gordura corporal da rapariga constitui o primeiro critério de beleza definido pelas elites destas comunidades. A gordura feminina pode também ser um símbolo de maternidade. Em sociedades tradicionais onde a mulher adquiriam o seu próprio estatuto através da maternidade, esta associação simbólica aumenta a aceitação cultural da gordura (Brown e Konner, 1987). Por outro lado, ao evidenciar diferenças entre irmãos do sexo oposto nas diversas componentes do somatótipo, os resultados parecem corroborar o padrão de resultados disponíveis na literatura sobre o dimorfismo sexual nas componentes do somatótipo. Os níveis de actividade física da população associados a tarefas de sobrevivência e jogos ao ar livre parecem explicar os valores mais elevados da mesomorfia e da ectomorfia em ambos os sexos na presente pesquisa, já que estes tipos de actividades são de demanda energética elevada. De facto, a complexidade dos costumes e práticas sociais envolvendo crianças de áreas rurais como Calanga podem constituir um dos factores que mais substancialmente contribui para que estas duas componentes do somatótipo apresentem valores médios mais elevados.

Conclusões

A variância explicada pelos factores genéticos nas distintas componentes do somatótipo, depois de ajustada para diferentes covariáveis, situou-se entre os 30% e 40%. Estas estimativas são baixas quando comparadas as observadas nos países desenvolvidos. O quadro de resultados observados pode estar associado ao *stress* ambiental bem característico deste tipo de populações rurais como por exemplo: deficientes serviços de saúde, baixa qualidade e quantidade de alimentos, precárias condições habitacionais, e entre outros, concorrendo para uma limitada agregação familiar. A compreensão da influência dos factores genéticos e ambientais nas componentes do somatótipo com crianças africanas na fase de crescimento e desenvolvimento reclama mais estudos. A escassez de pesquisa sobre esta matéria nestes países torna-a tanto mais atraente como necessária.

Bibliografia

Arya R, Duggirala R, Comuzzie A, Puppala S, Modem S, Busi B, Crawford M. 2002. Heritability of anthropometric phenotypes in caste populations of Viskahaptnam, India. *Hum Biol* 74: 325-344.

Beunen G, Claessens A, Lefevre J, Ostyn M, Renson R, Simons J. 1987. Somatotype as related to age at peak velocity and to age peak velocity in height, weight and static strength in boys. *Hum Biol* 4: 641-655.

Bouchard C, Demirjian A, Malina RM. 1980. Heritability estimates of somatotype components based on familial data. *Hum Hered* 30: 112-118.

Bouchard C, Malina R, Pérusse L. 1997. Genetic of fitness and physical performance. Champaign. Illinois: Human Kinetic Publishers.

Bouchard C, Tremblay A. 1997. Genetic influences on the response of body fat and fat distribution to positive and negative energy balances in human identical twins. *J. Nutr.* 127(5S): 943S-947S.

Brown PJ, Konner M. 1987. An anthropological perspective on obesity. *Annals New York Academy Sciences.* 29p.

Carter JEL, Heath BH. 1990. Somatotyping: Developments and applications. Cambridge: Cambridge University Press.

Carter JEL, Heath BH. 1971. Somatotype methodology and kinesiology research. *Kinesiology Review.* Washington: AAHPER.

Chaouachi M, Chaouchi A, Chamari K, Chtara M, Feki Y, Amri M, Trudeau F. 2005. Effects of dominants somatotype on aerobic capacity trainability. *Br. J. Sports Med.* 2: 954-9.

Chovanová E, Bergman P, Stukosky R. 1982. Genetic aspects of somatotype in twins. *Anthopos (Brno).* 22: 5-12.

Huygens W, Thomis MA, Peeters MW, Vlietinck RF, Beunen GP. 2004. Determinants and upper-limit heritabilities of skeletal muscle mass and strength. *Can J Appl Physiol.* 2: 186-200.

INE. 2006. Instituto Nacional de Estatística, Resenciamento geral da população. Maputo, Moçambique.

Johnston FE. 2002. Social and economic influences on growth and secular trends. In N. Cameron editor. *Human growth development.* Amsterdam. Academic Press.

Katzmarzyk PT, Malina RM, Pérusse L, Rice T, Province M, Rao DC, Bouchard C. 2000. Familial resemblance for physique: heritabilities for somatotype components. *Ann Hum Biol.* 5: 467-477.

Katzmarzyk PT, Malina RM, Song TM, Bouchard C. 1998. Somatotype and indicators of metabolic fitness in youth. *Am. J. Hum. Biol.* 10: 341-350.

Lewontin R. 1995. *Human Diversity.* Scientific American Library.

Lohman TG, Roche AF, Martorell R. 1988. Anthropometric standardization refrence manual. Champaign, Ill. Human Kinetics Books.

- Malina R, Bouchard B, Bar Or O.** 2004. Growth, Maturation and Physical Activity. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina RM, Cumminig SP, Kontos AP, Eisenmann JC, Ribeiro B, Aroso J.** 2005. Maturity-associated variation in sport-specific skills of youth soccer players age 13-15 years. *J Sci Med Sport.* 5: 515-22.
- Marks J.** 1995. Human Biodiversity: genes, race and history. Aldine de Gruyter. New York.
- Mathur DN, Toriola AL, Igbokwe UN.** 1985. Somatotype of Nigerian athletes of several sports. *Br J Sports Med.* 4: 219-20.
- Monyeki KD, Toriola AL, Ridder JH, Kemper HCG, Steyns NP, Nthangeni ME, Teisk, JWR, van Lenthe FJ.** 2002. Stability of somatotypes in 4 to 10 year-old rural South African girls. *Ann. Hum. Biol.* 1: 37-49.
- Monyeki KD, Amusa LO, and Toriola AL.** 1999. Somatotypes of Elliras rural community children aged 3 to 10 years. *Af. J. for Physical, Health, Education, Recreation and Dance.* 1: 12-19.
- Norgan NG.** 1998. **Body-proportion differences.** In **S. Ulijaszek, FE Johnston and MA Preece** editors. The Cambridge encyclopaedia of human growth and development. Cambridge: Cambridge University Press. 378p.
- Peeters MW, Thomis MA, Loos RJ, Derom CA, Fagard R, Claessens AL, Vlietinck RF, Beunen GP.** 2007. Heritability of somatotype components: A multivariate analysis. *Int. J. Obes.* [Epub ahead of print]
- Peeters MW, Thomis MA, Claessens AL, Loos RJF, Maes HHM, Lysens R, Vanden Eynde B, Vlietinck R, Beunen G.** 2003. Heritability of somatotype components from early adolescence into young adulthood: a multivariate analysis on a longitudinal twin study. *Ann. Hum. Biol.* 4: 402-418.
- Pérusse L, Leblanc C, Bouchard C.** 1988. Inter-generation transmission of physical fitness in the Canadian population. *Can. J. Spor. Sci.* 13: 8-14.
- Prista A, Marques AT, Maia JA.** 2000. Empirical validation of an instrument to measure habitual physical activity in youth from Maputo, Mozambique. *Am. J. Hum. Biol.* 4: 437-446.
- Rebato E, Salces I, Rosique J, San Martin L, Susanne C.** 2000, Analysis of sibling resemblance in anthropometric somatotype components. *Ann. Hum. Biol.* 2: 149-16.
- Reis VM, Machado JV, Fortes MS, Fernandes PR, Silva AJ, Dantas PS, Filho JF.** 2007. Evidence for higher heritability of somatotype compared to body mass index in female twins. *J. Physiol. Anthropol.* 26: 9-14.
- S.A.G.E.** 5.x. 2005, Statistical Analysis for Genetic Epidemiology <http://darwin.cwru.edu/sage/>
- Sánchez-Andrés A.** 1995. Genetic and environmental influences on somatotype components: family study in a spanish population. *Hum. Biol.* 5: 727-738.
- Silventoinen, K, Kaprio J, Lahelma E, Korkenvou M.** 2000. Relative effect of genetic and environmental factors on body height: Differences across birth cohorts among Finnish men and women. *Am J Public Health.* 90: 627-630.

Song TMK, Malina RM, Bouchard C. 1993. Familial resemblance in somatotype. *Am. J. Hum. Biol.* 5: 265-272.

Song TMK, Perusse L, Malina RM, Bouchard C. 1994. Twin resemblance in somatotype and comparisons with other twin studies. *Hum. Biol.* 3: 453-464.

van Lieshout, K. A., Lombard, A. J. J. 2003. Fitness profile of elite junior South African badminton players. *Af. J. for Physical, Health, Education, Recreation and Dance.* 3:114-120.

Wigginton JE, Abecasis GR. 2005. PEDSTATS: Descriptive statistics, graphics and quality assessment for gene mapping dat. *Bioinformatics.* 16: 3445-3447.

Capítulo 7

Semelhança fraterna nos níveis de aptidão física. Um estudo na população rural de Calanga, Moçambique

Sílvio Saranga, António Prista, Leonardo Nhantumbo, Gaston Beunen, Jorge Rocha,
José Maia

Artigo submetido à Revista Portuguesa de Antropologia

Semelhança fraterna nos níveis de aptidão física. Um estudo na população rural de Calanga, Moçambique.

Resumo

Este estudo tem como propósitos: (1) identificar o nível de agregação nas distintas componentes da aptidão física e (2) determinar a proporção da variabilidade observada em características complexas da aptidão física que é explicada por factores genéticos e ambientais em irmãos de idade escolar da população rural de Calanga. A amostra foi constituída por 330 indivíduos (174 masculinos, 156 femininos), no escalão etário entre os 7 -17 anos de idade, pertencentes a 132 famílias. As estimativas de heritabilidade nas distintas fratrias foram calculadas no *software* de Epidemiologia Genética S.A.G.E. Para as correlações intra-familiares e na estimativa da heritabilidade foram incluídos, passo-a-passo, diferentes covariáveis (altura, peso, idade, sexo, idade², idade³, sexo*idade, sexo*idade² e coeficiente de actividade). Dos resultados conclui-se que: as irmãs evidenciam maior agregação entre si do que os irmãos e irmãos de sexo oposto; a relevância dos efeitos genéticos nas diferenças inter-individuais fez-se sentir na flexibilidade, na capacidade aeróbia e na força explosiva dos membros inferiores; nos restantes fenótipos os resultados sugerem que a maior porção da variabilidade é explicada por factores ambientais não transmissíveis dentro das famílias nucleares relacionados com actividades de subsistência familiar.

Palavras-chave: epidemiologia genética, fratrias, aptidão física, Calanga, Moçambique.

Abstract

The aim of this study was: (1) to determine familial aggregation in the several physical fitness components and (2) to estimate the heritability of distinct complex physical fitness phenotypes on school-age siblings of Calanga's countryside population. Subjects and methods: The sample was composed of 330 subjects (174 males and 156 females) aged 7 to 17 years, belonging to 132 families. Heritability was estimated (adjusted height, weight, age, sex, age², age³, sex*age, sex*age² and physical activity coefficient) using the genetic analysis software package Epidemiological Genetic S.A.G.E. Conclusions: familial aggregation is higher between sisters than between brothers or siblings of the opposite gender; the major heritability on the inter-individual differences was found on flexibility, aerobic capacity and stand-long jumping; concerning the other phenotypes the data suggest that most variability is explained by environmental factors related to the family subsistence activities.

Key words: epidemiological genetics, siblings, physical fitness, Calanga, Mozambique.

Introdução

O estudo das mais variadas características (i.e. fenótipos) do *homo sapiens* continua a merecer um forte fascínio em antropólogos físicos e especialistas em Biologia Humana. Procuram entender aspectos da história natural das alterações morfo-funcionais ao longo do tempo em resposta às mais diversas influências do ambiente. Um dos fenótipos mais interessantes de estudo é a aptidão funcional e a enorme variabilidade que resulta, em certa medida, das diferenças interindividuais nos níveis de actividade física ao longo da história recente do homem desde caçador-recolector até à actualidade (Brown e Konner, 1987; Cordain et al., 1998). Decorre daqui, de forma clara, que o passado histórico e biológico do *homo sapiens* foi expresso por um quotidiano rico em actividades físicas de índole diversificado manifestado pela sua elevada eficiência em termos de sobrevivência e que foi sempre marcado pela sua interacção com o envolvimento físico (Shephard, 1997). Hoje, tal como no passado, nos países em transição sócio-demográfica e nutricional, fundamentalmente no contexto rural, as actividades de sobrevivência e as exigências ao nível da aptidão física ou funcional requeridas são bem mais complexas e elevadas do que as que se observam nos países altamente industrializados dominados por uma tecnologia muito sofisticada. Nos países em desenvolvimento, como é o caso da maioria dos países do continente africano, a eficiência em realizar trabalho é determinante, o que torna a capacidade funcional de um grupo populacional um elemento essencial para a sua capacidade produtiva de sobrevivência local (Prista et al., 1997).

É assim que as preocupações em torno do estudo da aptidão física neste continente, ainda que diferentes das preocupações dos investigadores dos países industrializados, são igualmente relevantes face à novidade da crescente urbanização das sociedades africanas. Um dos seus efeitos imediatos parece ter sido o aumento inesperado da prevalência de sedentarismo nunca até então alcançado em termos populacionais (Brownson et al., 2005). Esta é uma preocupação recente em termos de Saúde Pública. A pesquisa no âmbito da

aptidão física nestes países não é tão vasta quanto se desejaria. A maior parte procura contrastar níveis de aptidão física das populações dos espaços urbanos e rurais, e circunscreve-se a países como a África do Sul (Henneberg et al., 2001), o Botswana (Corlet, 1988), o Egipto (Elnashir e Mayhew, 1984), Moçambique (Muria et al., 2000; Prista, 1995; Prista et al., 1997), o Senegal (Faye et al., 1999), e o Zaire (Guesquière et al., 1989; Nkiama, 1993). A aptidão física, enquanto característica multidimensional de cada indivíduo, expressa, em termos populacionais, uma enorme variabilidade que se pensa estar dependente de factores genéticos e ambientais (uma revisão actualizada da literatura disponível nos países desenvolvidos é apresentada por Bouchard et al., 1997). A informação acerca dos efeitos genéticos a governar os níveis distintos de aptidão física analisados com base em baterias de testes de validade reconhecida não é muito extensa (Katzmarzyk et al., 2001; Vasques, 2005). Os estudos que possuem informação sobre famílias nucleares e irmandades não gêmeas foram realizados no Canadá (Bouchard et al., 1998; Katzmarzyk et al., 2001; Perusse et al., 1988; Perusse et al., 1987a; Perusse et al., 1987b), EUA (Sallis et al., 1989) e Portugal (Vasques, 2005). Por exemplo, (Perusse et al., 1987a) pesquisaram aspectos de agregação familiar nas componentes da aptidão física (VO_{2max} , força muscular e resistência muscular), factores de risco de doenças cardiovasculares e função pulmonar em 304 famílias canadianas, tendo constatado valores de correlação entre 0.21 e 0.34, em parentes de graus distintos. (Sallis et al., 1989), utilizando uma estimativa indirecta de consumo máximo de O_2 , pesquisaram 206 famílias de origem mexicana e anglófona e constataram a presença de uma baixa agregação familiar nos valores da capacidade aeróbia: $0.04 \leq r \leq 0.35$ nos anglófonos, e $0.03 \leq r \leq 0.50$ nas famílias mexicanas. No que concerne a pesquisas com fratrias, o único estudo localizado em Portugal foi o de (Vasques, 2005), em que procurou averiguar a semelhança na aptidão física em 108 pares de irmãos de ambos os sexos dos 10 aos 18 anos de idade. Os valores de correlação entre irmãos foram baixos a moderados (-0.08 a 0.49) nos teste de *Trunk-lift*, *Curl-up*, *Push-up* e Corrida/marcha da milha, sendo as raparigas mais semelhantes entre si do que os rapazes. Perusse et al., 1987a numa amostra

canadiana, constituída por 13.804 indivíduos aparentados, observaram, em fenótipos como *trunk flexibility*, *push-ups*, *sit-ups* e *grip strength*, estimavas de h^2 de 48%, 44%, 37% e 37%, respectivamente. Tanto quanto pensamos saber, pesquisas sobre a influência dos aspectos genéticos na variabilidade dos níveis de aptidão física das populações de países em transição sócio-demográfica, principalmente nos que se localizam na África Sub-Sahariana, são praticamente inexistentes. Face a esta lacuna informacional, a presente pesquisa têm como principais propósitos: (1) identificar o nível de agregação dos irmãos nas distintas componentes da aptidão física, e (2) determinar a proporção da variabilidade observada em características complexas da aptidão física que é explicada por factores genéticos e ambientais em irmãos de idade escolar da população rural de Calanga.

Material e Métodos

Moçambique fica situado na costa oriental do continente africano, tendo um território de 799.390 Km², sendo a sua maior parte constituída por um planalto pouco elevado (Figura 1). A população moçambicana foi oficialmente estimada em \approx 20 milhões de habitantes (INE, 2006). A localidade de Calanga pertence ao Distrito da Manhiça, situa-se a 75Km a norte de Maputo, tem uma superfície de 2.373 Km², o seu limite a norte é o distrito de Magude, a Nordeste o distrito de Bilene, Este o Oceano Índico, a Sul o distrito de Marracuene e a Sudeste o distrito da Moamba. A população de Calanga foi estimada em 9.451 pessoas, sendo 3361 crianças na faixa etária compreendida entre os 6 e os 20 anos de idade (INE, 2006).



Figura 1: Localização de Moçambique

A principal fonte de subsistência da população é a agricultura familiar. As famílias desta comunidade são classificadas como pertencentes a um estrato socio-económico baixo. As habitações são de construção precária, não há água canalizada nem energia, não há assistência médica e a rede escolar é deficitária. As vias de acesso são de terra batida, não sendo transitáveis em alguns períodos do ano. Os objectivos do estudo foram antecipadamente explicados aos pais, bem como às direcções das escolas, chefe e oficiais do posto administrativo e líderes comunitários. Aos encarregados de educação com alguma literacia foi-lhes solicitados para que lessem e assinassem um consentimento informado preparado para o efeito, e que detalhava os objectivos e procedimento essenciais do estudo; os encarregados de educação sem literacia, o mesmo consentimento informado foi-lhes lido em voz alta e explicado em língua local, tendo-lhes sido solicitado a impressão digital do dedo indicador direito 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 Comité Nacional de Bioética para a Saúde.

Amostra

A amostra foi constituída por 330 indivíduos (174 do sexo masculino, 156 do sexo feminino) pertencentes a 132 famílias, cujas irmandades variam entre 2 e 7 elementos, pertencentes ao escalão etário que se situa entre os 7 e os 17 anos de idade cronológica. Os sujeitos constituintes da amostra representam $\approx 10\%$ da população total de Calanga na faixa etária dos 6 aos 20 anos de idade. Eram todos estudantes e residiam na localidade de Calanga-Manhiça, província de Maputo, Moçambique. A idade média dos rapazes era de 11.54 ± 2.60 anos e das raparigas era de 10.74 ± 3.03 anos. Estes sujeitos fazem parte da 1ª etapa do projecto “Estudo Variabilidade Biológica em Moçambique”, que tem como principal propósito oferecer informação sobre a variabilidade na população moçambicana, seu significado e alcance na componente da saúde pública, das políticas socio-económicas e educativas.

Medidas antropométricas e de aptidão física

As medidas antropométricas utilizadas foram a altura e peso. Os procedimentos técnicos adoptados para obtenção destas medidas somáticas foram descritos e padronizados por Lohman et al. (1988). Para a altura foi usado o estadiómetro de Marca *Harpender* com aproximação aos milímetros. O peso foi medido na balança de marca *Secca* com aproximação aos 0.5 quilogramas. Os dados da aptidão física foram recolhidos através da bateria de testes da AAHPERD (AAHPERD, 1980), que compreendeu provas de flexibilidade (*Sit-and-reach*), força explosiva dos membros inferiores (*Standing long jump*), força de resistência abdominal (*Curl-up*), resistência cardiorespiratória (Corrida da milha), bem como os testes de agilidade (10x5), força de resistência dos membros superiores (*Flexed arm-hang*), dinamometria de manual (*Hand grip*) avaliada por dinamómetro adaptável marca *Takei* e descritos no programa de testes da bateria do EUROFIT (EUROFIT, 1988) Foram permitidas duas

repetições a cada sujeito em todas as provas, à excepção na corrida/marcha da milha, *Curl-up* e 10x5 metros.

Procedimentos estatísticos

O quadro descritivo das variáveis contou com as medidas básicas, i.e., a média e o desvio padrão. Estes cálculos foram precedidos de uma análise exploratória com o propósito de verificar eventuais erros de entrada de informação, a presença de *outliers* e inspeccionar a normalidade das distribuições através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Nos testes de *Flexed-arm-hang*, *Curl-up* e *Hand grip* identificaram-se problemas de normalidade na sua distribuição, pelo que se optou pela transformação logarítmica dos seus valores. Seguidamente, foi utilizado o *software* PEDSTATS (Wigginton e Abecasis, 2005) para verificar eventuais erros na estrutura de cada fratria. Neste *software* foi também efectuada a análise exploratória da informação no que diz respeito aos indicadores da aptidão física no seio de cada fratria. Na segunda etapa, com o propósito de remover o efeito de covariáveis dos fenótipos em estudo recorreu-se à regressão linear múltipla com solução *stepwise*. As covariáveis testadas foram as seguintes: altura, peso, idade, sexo, idade², idade³, sexo*idade, sexo*idade² e coeficiente de actividade (CA). Este coeficiente foi sugerido por (Prista et al., 2000) para estimar um compósito linear que reflecte o dispêndio energético diário. Do melhor modelo de regressão em cada um dos fenótipos testados, foram considerados os resíduos estandardizados para cálculo posterior das correlações intra familiares e para estimar a heritabilidade. Uma parte substancial dos cálculos foi realizada no *software* estatístico SPSS 15.0; a heritabilidade (módulo ASSOC) e as correlações entre irmandades (módulo FCOR) foram estimadas no *software* de Epidemiologia Genética S.A.G.E. 5 (S.A.G.E, 2005). Em todas as análises foi estabelecido um nível de significância de 5%.

Resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados das estatísticas descritivas das diferentes componentes da aptidão física. Os irmãos apresentam desempenhos médios mais elevados em todas as provas, à exceção da flexibilidade (*Sit-and-reach*). É importante salientar a grande variabilidade expressa pela amplitude dos resultados nos dois sexos, não obstante a similaridade da variância dos valores em cada componente da aptidão física.

Tabela 1: Valores médios e desvio-padrão das 7 componentes da Aptidão Física das diversas fraternias

Testes de Aptidão Física	Fraternias			
	Irmãos (n= 173)		Irmãs (n= 155)	
	M±sd	Amplitude	M±sd	Amplitude
Idade (anos)	11.54±2.60	7-17	10.74±3.03	7-17
“Sit-and-reach” (cm)	34.97±6.30	17.00-50.00	36.98±6.48	19.00-50.00
Salto em comprimento (cm)	144.01±29.20	79.20-217.00	133.72±30.93	50.00-194.00
Tempo de suspensão na barra (sec)	10.25±6.06	2.00-26.00	9.39±5.97	2.00-25.00
“Curl-up” (nr reps.)	7.57±5.54	1.00-22.00	6.60±5.67	1.00-25.00
Dinamometria manual (Kg/f)	19.74±8.88	6.70-47.00	15.64±7.34	6.30-35.00
“Shuttle run” 10x5 (sec)	23.57±2.13	20.00-30.00	24.46±2.11	20.00-30.00
Corrida/andar milha (sec)	491.92±67.63	244.00-646.00	551.34±93.89	362.00-845.00

A Tabela 2 contém informação relativa às estimativas de heritabilidade, sendo elevada no salto em comprimento sem corrida preparatória ($\approx 60\%$), moderada na corrida da milha ($\approx 49\%$) e no *sit-and-reach* ($\approx 41\%$), baixa no tempo de suspensão na barra ($\approx 18\%$) e dinamometria manual ($\approx 19\%$), e não diferente de zero no *curl up* e agilidade 10x5. Estes resultados parecem sugerir influências genéticas e ambientais distintas a governar a variabilidade nos vários fenótipos da aptidão funcional entre irmãos neste grupo populacional.

Tabela 2: Valores de estimativa de heritabilidade (h^2), \pm erro padrão e p dos indicadores da Aptidão Física

Fenótipos	Componentes de Variância				
	Poligénica	Residual	Variância Total	h^2	p
“Sit-and-reach”	0.384±0.161	0.565±0.143	0.949±0.080	0.405±0.157	0.010
Salto em comprimento	0.594±0.161	0.399±0.127	0.993±0.089	0.597±0.136	0.001
Tempo de suspensão na barra	0.167±0.190	0.773±0.193	0.940±0.091	0.178±0.199	0.372
“Curl-up”	0.018±0.033	0.158±0.036	0.176±0.017	0.099±0.188	0.596
Dinamometria manual	0.166±0.121	0.725±0.126	0.891±0.073	0.187±0.133	0.160
“Shuttle run” 10x5	0.073±0.153	0.930±0.170	1.001±0.089	0.072±0.152	0.632
Corrida/andar milha	0.449±0.150	0.474±0.129	0.921±0.087	0.487±0.144	0.001

As correlações entre fratrias nas sete componentes da aptidão funcional são apresentadas na Tabela 3. As correlações são baixas ($-0.008 \leq r \leq 0.226$) entre irmãos, exceptuando a prova do tempo de suspensão com braços flectidos e a corrida da milha em que se revelaram “moderadas” com os valores de r a oscilarem entre 0.249 e 0.312. Nas irmãs, os resultados são baixos nas provas de tempo de suspensão na barra com braços flectidos, *curl-up*, 10x5 e dinamometria manual ($-0.190 \leq r \leq 0.187$) e moderadas no *sit-and-reach*, salto em comprimento sem corrida preparatória e na corrida da milha ($0.351 \leq r \leq 0.446$). Nos irmãos de sexo oposto, à excepção das prova de *sit-and-reach* e do salto em comprimento sem corrida preparatória com valores moderados de 0.252 e 0.394, nos outros indicadores da aptidão física os resultados r são muito baixos, entre -0.020 e 0.179.

Tabela 3: Correlações (\pm erro-padrão) dos indicadores da Aptidão Física das diversas fratrias.

Testes de Aptidão Física	Fratrias		
	Irmãos (pares = 70)	Irmãs (pares = 66)	Irmãos de sexo oposto (pares =134)
	$r \pm se$	$r \pm se$	$r \pm se$
“Sit-and-reach”	-0.008 \pm 0.126	0.351 \pm 0.139	0.252 \pm 0.101
Salto em comprimento	0.226 \pm 0.134	0.436 \pm 0.138	0.394 \pm 0.090
Tempo de suspensão na barra	0.312 \pm 0.171	-0.190 \pm 0.138	0.086 \pm 0.112
“Curl-up”	0.096 \pm 0.181	0.031 \pm 0.176	-0.020 \pm 0.143
Dinamometria manual	0.093 \pm 0.128	0.187 \pm 0.141	0.017 \pm 0.098
“Shuttle run” 10x5	0.127 \pm 0.152	0.041 \pm 0.152	-0.018 \pm 0.104
Corrida/andar milha	0.249 \pm 0.159	0.446 \pm 0.151	0.179 \pm 0.116

Discussão

É evidente que factores genéticos e do envolvimento, bem como a sua interacção e covariação, são agentes de forte responsabilidade na explicação da variação nos níveis da aptidão física. A importância dos factores genéticos nas componentes da aptidão física tem sido estudada em famílias nucleares (Bouchard et al., 1999; Bouchard et al., 1998; Katzmarzyk et al., 2001; Perusse et al., 2001; Perusse et al., 1987a; Perusse et al., 1987b) gémeos (Beunen et al., 2003; Beunen e Thomis, 2000; Fernandes e Maia, 2006; Maes et al., 1996; Maia et al., 2003; Maia et al., 2001) e fratrias (Vasques, 2005) de países desenvolvidos. No entanto, existe uma escassez de estudos sobre a influência desses factores na variabilidade fenotípica

das componentes da aptidão física em populações de países em transição sócio-demográfica, o que limita a comparação dos nossos resultados com os dos estudos realizados nos países desenvolvidos, conduzindo a uma insuficiência explicativa.

Os valores médios na amostra de Calanga dos distintos fenótipos da aptidão física mostram diferenças entre irmãos e irmãs, a favor dos irmãos, com exceção do teste *sit-and-reach* em que as irmãs apresentam melhor *performance*. Quando comparados com os valores médios da cidade de Maputo (Prista et al., 1997; Saranga et al., 2002), apresentam desempenhos superiores nos testes de *sit-and-reach*, dinamometria manual, *shuttle run* 10x5 e corrida/marcha da milha. Os valores médios da componente capacidade aeróbia na amostra de Calanga são superiores aos dos americanos das mesmas idades e sexo (AAHPERD, 1980); na flexibilidade, tempo de suspensão na barra e corrida de velocidade possuem desempenhos motores mais elevados que os belgas (EUROFIT, 1988; EUROFIT, 1993), mas não nas provas de impulsão horizontal e força de dinamometria manual.

A interpretação da agregação inter-fratrias nas componentes da aptidão física da população rural de Calanga baseou-se na estimativa de heritabilidade. As pesquisas em famílias nucleares (Bouchard et al., 1999; Bouchard et al., 1998; Bouchard et al., 1997; Perusse et al., 2001; Perusse et al., 1987a; Perusse et al., 1987b), e em gémeos (Beunen et al., 2003; Fernandes e Maia, 2006), têm mostrado que uma fatia importante da variação nas características complexas da aptidão física é hereditária. A magnitude deste efeito pode ser condicionada por diferentes variáveis confundidoras em sujeitos aparentados vivendo em países em desenvolvimento.

Os resultados da presente pesquisa salientam a influência dos factores genéticos na variação inter-fratrias nos indicadores da aptidão física, com valores de h^2 entre $0.405 \leq h^2 \leq 0.597$ para o *sit-and-reach*, corrida/marcha da milha e salto em comprimento sem corrida preparatória. Contrariamente, para o “*shuttle run*”

10x5, *curl-up*, tempo de suspensão com braços flectidos, e dinamometria manual, os resultados parecem não evidenciar qualquer dependência genética, com estimativas de h^2 a salientarem-se entre $0.072 \leq h^2 \leq 0.187$. Tais resultados sugerem uma forte influência do envolvimento não comumente partilhado, associados a factores de natureza cultural própria das famílias.

No *sit-and-reach*, teste que avalia a componente da flexibilidade dos músculos posteriores da coxa, o valor de h^2 foi de $\approx 41\%$. Os valores do desempenho na flexibilidade são bem específicos de cada articulação, estando normalmente relacionada com a morfologia, a idade, sexo e nível de actividade física (Bouchard et al., 1997). As estimativas relativamente elevadas observadas neste fenótipo podem ser parcialmente explicadas pela interferência de aspectos morfológicos da articulação da anca (Bouchard et al., 1997) e dos músculos posteriores da coxa (Katzmarzyk et al., 2001). Acresce o facto da amostra ser de um meio rural, com actividades diárias de subsistência intensas que solicitam fortemente a musculatura dorso-lombar. A informação disponível sobre a influência genética na variabilidade deste fenótipo não é tão extensa quanto o desejado. Dados disponíveis referem valores moderados a elevados de h^2 (entre 18% e 69%) para diferentes manifestações de flexibilidade de articulações distintas avaliadas em condições diversas (Bouchard et al., 1997; Katzmarzyk et al., 2001). Esta dispersão de resultados é devida, sobretudo, a diferenças na amostragem, tipo de indicadores utilizados para marcar a flexibilidade e o processo de avaliação.

Na prova salto em comprimento sem corrida preparatória, que avalia a força explosiva dos membros inferiores, a estimativa de h^2 foi de 60%. Este valor está no mesmo sentido dos estudos revistos, que apontam para uma forte influência genética nas várias formas de expressar força muscular. Habitualmente, o valor de h^2 varia entre 27% e 74% em famílias (Beunen et al., 2003; Bouchard et al., 1997; Katzmarzyk et al., 2001) e entre 14% e 85% em gémeos (Beunen et al., 2003; Beunen e Thomis, 2000). Isto quer dizer que uma parte substancial da

variação neste fenótipo é devida aos factores genéticos. No entanto, importa referir que os valores de h^2 reportados na literatura variam em função do tipo de força avaliada (estática, dinâmica ou explosiva) e do teste utilizado (Malina, 1986). Todavia, nos testes *curl-up*, *flexed-arm-hang* e *hand grip*, que avaliam a força e resistência abdominal, a força dos membros superiores e a força de pressão manual, respectivamente, as estimativas de heritabilidade foram de 10%, 18% e 19%. Isto significa que há uma forte influência dos factores ambientais não partilhados ou únicos de cada membro da fratria, associados a comportamentos de natureza cultural própria das famílias. Estes resultados são inferiores aos frequentemente reportados na literatura. Por exemplo, no estudo desenvolvido por (Katzmarzyk et al., 2001) em 1264 indivíduos canadianos aparentados de ambos os sexos dos 7 aos 69 anos, os resultados de h^2 foram de 37%, 59%, 48% para *push-up*, *sit-up*, *grip strength*, respectivamente. Mais recentemente, numa amostra com 41 pares de gémeos MZ e DZ, (Thomis et al., 1997) referem que os factores genéticos explicam 66-78% da variabilidade observada na força muscular. Em contra partida, no estudo de (Bouchard et al., 1997; Perusse et al., 1987a), em famílias nucleares, a estimativa de h^2 para o *grip strength*, foi muito baixa, praticamente zero, tal como calculado em Calanga, ainda que só tenhamos utilizado irmandades. No estudo canadiano, a dimensão amostral foi de 1630, enquanto que em Calanga a amostra é relativamente reduzida, somente 330. É também possível que aspectos de natureza cultural possam condicionar os desempenhos pelo facto da estrutura dos movimentos dos testes ser inabitual.

O “*shuttle run*” ou 10x5 é uma prova que pretende avaliar a agilidade. Da variância total do desempenho neste fenótipo, apenas 7% é atribuída a factores genéticos. Este resultado sugere uma forte influência ambiental. É-nos muito difícil de interpretar este resultado, dada falta de estudos neste domínio com este fenótipo. Contudo, algumas das justificações para o observado podem estar associadas a factores biológicos, culturais e motivacionais (Varela-Silva, 1996).

A corrida/marcha da milha é um excelente marcador da aptidão aeróbia de crianças e jovens. A sua validade concorrente tem sido frequentemente salientada na literatura. A aptidão aeróbia é um fenótipo que tem sido objecto de forte análise e controvérsia interpretativa no que se refere à sua dependência genética. As estimativas de h^2 mostram uma grande variabilidade, de 0 a 90%, dependendo do fenótipo utilizado, da dimensão amostral, do tipo de análise estatística, bem como da presença ou ausência de ajustamento para distintas covariáveis (Bouchard et al., 1999; Bouchard et al., 1998a; Bouchard et al., 1997; Perusse et al., 2001). As estimativas mais viáveis situam o valor de h^2 à volta de 50% (Bouchard e Rankinen, 2001). No *HERITAGE Family Study* é referida uma contribuição materna de 30% para a expressão deste fenótipo, possivelmente devido a transmissão mitocondrial (Bouchard et al., 1997). Na presente pesquisa, os valores são semelhantes às estimativas mais conservadoras para o consumo máximo de O_2 , ou seja, aproximadamente 49%. É claro que os valores h^2 observados no presente estudo sugerem uma forte influência genética.

Com o propósito de ajudar a interpretar os valores de h^2 estimados neste estudo, recorreremos aos valores das correlações das distintas fratrias. Nos diferentes pares de irmãos registamos resultados baixos a moderados ($-0.008 \leq r \leq 0.446$) em provas como o *sit-and-reach*, a dinamometria manual, o *curl-up*, 10x5, o tempo de suspensão na barra com braços flectidos, salientando a importância de factores ambientais não partilhados ou únicos de cada membro da fratria. Em contrapartida, noutras provas entre fratrias do mesmo sexo e sexo distintos, a agregação é moderada. Factores diversos podem ajudar a interpretar os resultados encontrados nas correlações: (1) reduzida dimensão amostral, não obstante termos amostrado $\approx 10\%$ da população escolar; este facto limita a potência dos testes estatísticos e induz a presença de um erro-padrão relativamente grande não permitindo que as correlações sejam significativamente diferentes de zero; (2) aspectos de natureza socio-económica e cultural e de relações interpessoais próprias desta população. Por exemplo, a baixa instrução das famílias, diferenças na dimensão do agregado familiar, problemas com cuidados primários de saúde,

insuficiência nutricional, hierarquia na distribuição das tarefas de subsistência no seio das famílias em função do sexo e da idade dos sujeitos, como actividades agrícolas, pastorícia e actividades domésticas nomeadamente o cozinhar, cuidar das crianças e carregar água (Brun et al., 1981; Giampietro e Pimentel, 1992; Noronha et al., 2000; Prista et al., 1997) podem condicionar os resultados da semelhança familiar. Por outro lado, factores de natureza biológica como a incidência de doenças infecto-contagiosas, doenças inflamatórias e perfil endémico da malária da zona do estudo (Abbi et al., 1988; Brown e Konner, 1987), parecem também interferir nos níveis de agregação observados. A estes aspectos adiciona-se a manifestação de diferenças sexuais nos valores da massa corporal resultantes das alterações morfológicas típicas deste intervalo etário, salientado maiores ganhos de massa muscular nos rapazes e em maiores valores de gordura corporal nas raparigas. Todos estes factores podem condicionar de modo distinto o desempenho dos sujeitos nas diferentes componentes da aptidão física (Malina e Bouchard, 1991), sobretudo neste grupo de Calanga. Em geral, os resultados da presente pesquisa mostram que a variabilidade nas componentes da aptidão física das crianças e jovens de Calanga, é consequência dum forte efeito do ambiente não comumente partilhado, relacionado a um estilo de vida próprio daquela comunidade de subsistência, que origina rotinas do dia-a-dia distintos entre os membros das famílias nucleares.

Conclusões

De acordo com os resultados encontrados conclui-se que no conjunto das sete componentes da aptidão física, (1) as irmãs evidenciam maior agregação entre si do que os irmãos e irmãs de sexo oposto; (2) a relevância dos efeitos genéticos que governam diferenças inter-individuais fez-se sentir na flexibilidade, na capacidade aeróbia e na força explosiva dos membros inferiores; (3) nos restantes fenótipos, i.e., força dos membros superiores, força de prensão, resistência abdominal e agilidade, os resultados sugerem que a maior porção da variabilidade pode ser explicada por factores ambientais não transmissíveis

dentro das famílias nucleares relacionados com actividades de subsistência familiar.

Bibliografia

AAHPERD. 1980. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance - AHPERD. Health related fitness test manual. Reston, VA. . American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance.

Abbi R, Christian P, Gujaral S, Gopaldas T. 1988. Mother's nutrition knowledge and child nutrition status in India. . Food and Nutrition Bulletin, 10(3): 51-4.

Beunen G, Thomis M, Peeters M, Maes HH, Claessens AL, Vlietinck R. 2003. Genetics of strength and power characteristics in children and adolescents. Pediatric Exercise Science, 15: 128-138.

Beunen G, Thomis MA. 2000. Muscular strength development in children and adolescents. Pediatric Exercise Science, 12: 174-197.

Bouchard C, An P, Rice T, Skinner JS, Wilmore JH, Gagnon J, Perusse L, Leon AS, Rao DC. 1999. Familial aggregation of VO₂max response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. Canadian Journal of Applied Physiology, 87(3): 1003-8.

Bouchard C, Daw EW, Rice T, Perusse L, Gagnon J, Province MA, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Wilmore JH. 1998. Familial resemblance for VO₂max in the sedentary state: the HERITAGE Family study. Medicine Science of Sports Exercise, 30(2): 252-8.

Bouchard C, Malina RM, Pérusse L. 1997. Genetic of fitness and physical performance. Champaign. Illinois: Human Kinetic Publishers.

Bouchard C, Rankinen T. 2001. Individual differences in response to regular physical activity. Medicine and Science in Sports and Exercise, 33(6 Suppl):S446-51.

Brown PJ, Konner M. 1987. An anthropological perspective on obesity. Annals of the New York Academy of Sciences, 499: 29-46.

Brownson RC, Boehmer TK, Luke DA. 2005. Declining rates of physical activity in the United States: what are the contributors? Annual Review of Public Health, 26: 421-43.

Brun T, Bleiberg F, Goihman S. 1981. Energy expenditure of male farmers in dry and rainy seasons in Upper-Volta. The British Journal of Nutrition, 45(1): 67-75.

Cordain L, Gotshall RW, Eaton SB, Eaton SB. 1998. Physical activity, energy expenditure and fitness: an evolutionary perspective. International Journal of Sports Medicine, 19(5): 328-35.

Corlet JT. 1988. Strength development of Tswana children. Human Biology, 60(4): 569-577.

Elnashir AM, Mayhew JL. 1984. Physical fitness status of Egyptian children aged 9-18 years. British Journal of Sports Medicine, 18(1): 26-29.

EUROFIT. 1988. Handbook for the EUROFIT tests of physical fitness. Rome: Council of Europe Committee for the development of sport.

EUROFIT. 1993. Tests Européens D'aptitude Physique. Conseil de L'Europe, Comité Pour le Développement du Sport.

Faye J, Seck K, Cisse F. 1999. Transverse study comparing certain physical characteristics of Senegalese children and adolescents from 7 to 13 years of age. *Dakar Médical*, 44(2): 194-8.

Fernandes SCTC, Maia JAR. 2006. O código relacional da actividade física e aptidão física associada à saúde. Efeito genéticos e ambientais. Porto: Faculdade do Desporto, Universidade do Porto.

Giampietro M, Pimentel D. 1992. Energy efficiency and nutrition in societies based on human labor. *Ecology of Food and Nutrition*, 28:11-32.

Guesquière J, D'Hulst C, Nkiama E. 1989. Fitness and oxygen uptake of children in the Ituri forest: natural selection or adaptation to the environment? *International Journal of Anthropology*, 4: 75-86.

Henneberg M, Brush G, Harrison GA. 2001. Growth of specific muscle strength between 6 and 18 years in contrasting socioeconomic conditions. *American Journal of Physical Anthropology*, 115(1): 62-70.

INE. 2006. Instituto Nacional de Estatística, Recenseamento geral da população. Maputo, Moçambique.

Katzmarzyk PT, Gledhill N, Perusse L, Bouchard C. 2001. Familial aggregation of 7-year changes in musculoskeletal fitness. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(12): B497-502.

Lohman TG, Roche AF, Malina RM. 1988. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, III: Human Kinetics Books.

Maes H, GPB, Vlietinck RF, Neale MC, Thomis M, Vanden Eynd B, Lysens R, Simons J, Derom C, Derom R. 1996. Inheritance of physical fitness in 10-year-old twins and their parents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28: 1479-1491.

Maia J, Lopes V, Seabra A, Garganta R. 2003. Efeitos genéticos e do envolvimento nos níveis de actividade física e aptidão física associada à saúde. Um estudo em gémeos dos 6 aos 12 anos de idade do Arquipélago dos Açores, Portugal. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. p33-44.

Maia JAR, Lopes VP, Morais FP. 2001. Actividade física e aptidão física associada à saúde. Um estudo de epidemiologia genética em gémeos e suas famílias realizado no arquipélago dos Açores. Porto. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto e Direcção Regional de Educação Física e Desporto da Região Autónoma dos Açores.

Malina R, Bouchard C. 1991. Growth maturation and physical activity. Champaign, IL.: Human Kinetics Books. p 501.

Malina RM. 1986. Genetics of motor development and performance. *Sport and Human Genetics*. Champaign. : Human Kinetics Publishers. p 23-58.

Muria A, Prista A, Maia J. 2000. Estudo da validade das medidas critério do Fitnessgram para a população escolar de Maputo. In: Prista A, Marques A, Maia J, editors. 10 Anos de Actividade Científica. Lisboa: Centro de Estudos e Formação Desportiva. p 94-101.

- Nkiama E.** 1993. Physical fitness status of school children et Bunia in Zaire In: AL. C, J. L, B. VE, editors. World Wide Variation in Physical Fitness: Katholieke Universiteit Leuven. p 126-130.
- Noronha E, Alecrim MGC, Adolfo A, Romero S, Macêdo M.** 2000. Estudo clínico da malária falciparum em crianças em Manaus, AM, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 33(2): 185-190.
- Perusse L, Gagnon J, Province MA, Rao DC, Wilmore JH, Leon AS, Bouchard C, Skinner JS.** 2001. Familial aggregation of submaximal aerobic performance in the HERITAGE Family study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(4): 597-604.
- Perusse L, Leblanc C, Bouchard C.** 1988. Inter-generation transmission of physical fitness in the Canadian population. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 13(1):8-14.
- Perusse L, Leblanc C, Tremblay A, Allard C, Theriault G, Landry F, Talbot J, Bouchard C.** 1987a. Familial aggregation in physical fitness, coronary heart disease risk factors, and pulmonary function measurements. *Preventive Medicine*, 16(5): 607-15.
- Perusse L, Lortie G, Leblanc C, Tremblay A, Theriault G, Bouchard C.** 1987b. Genetic and environmental sources of variation in physical fitness. *Annals of Human Biology*, 14(5): 425-34.
- Prista A.** 1995. Crescimento, actividade física e aptidão física em países não industrializados: abordagem biocultural em crianças e jovens de Moçambique. *Revista Agon*, 2: 85-102.
- Prista A, Marques AT, Maia JA.** 2000. Empirical validation of an instrument to measure habitual physical activity in youth from Maputo, Mozambique. *American Journal of Human Biology*, 12(4): 437-446.
- Prista A, Marques AT, Maia JAR.** 1997. Relationship between physical activity, socioeconomic status and physical fitness of 8-15 year old youth from Mozambique. *American Journal of Human Biology*, 9: 449-57.
- S.A.G.E.** 2005. *Statistical Analysis for Genetic Epidemiology*.
- Sallis JF, Patterson TL, Morris JA, Nader PR, Buono MJ.** 1989. Familial aggregation of aerobic power: the influence of age, physical activity, and body mass index. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60(4): 318-24.
- Saranga S, Prista A, Maia J.** 2002. Mudanças nos níveis de aptidão física em função de alterações políticas e sócio-económicas de 1992-1999. In: Prista A, Maia J, Saranga S, Marques A, editors. *Saúde, Crescimento e Desenvolvimento: Um estudo epidemiológico em crianças e jovens de Moçambique*. p 71-88.
- Shephard RJ.** 1997. *Aging, physical activity and health*. Toronto, Human Kinetics.
- Thomis MA, Van Leemputte M, Maes HH, Blimkie CJ, Claessens AL, Marchal G, Willems E, Vlietinck RF, Beunen GP.** 1997. Multivariate genetic analysis of maximal isometric muscle force at different elbow angles. *Journal of Applied Physiology*, 82(3): 959-67.
- Varela-Silva MI.** 1996. *Influência de variáveis bioculturais na motivação para a participação desportiva*. Tese de Mestrado Lisboa, Portugal. Universidade Técnica de Lisboa - Faculdade de Motricidade Humana.

Vasques CMS. 2005. Semelhanças familiares na actividade física, aptidão física e somatótipo. Um estudo em famílias nucleares e em pares de irmãos. Dissertação de Mestrado em Desporto para Crianças e Jovens, Faculdade do Desporto, Universidade do Porto.

Wigginton JE, Abecasis GR. 2005. PEDSTATS: descriptive statistics, graphics and quality assessment for gene mapping data. *Bioinformatics*, 21(16): 3445-7.

IV - PARTE CONCLUSÕES

Capítulo 8

Conclusões Finais

Conclusões Finais

É hoje indiscutível a enorme importância do papel dos genes na explicação da variabilidade de uma vasta multiplicidade de fenótipos, mormente nos que se referem ao crescimento somático e ao desenvolvimento físico-motor. Ao nível populacional, a enorme variação inter-individual é, também, associada à grande plasticidade de resposta aos mais distintos factores ambientais, dos quais destacamos os hábitos nutricionais, os padrões de actividade física e o envolvimento físico. Estudos com famílias nucleares e em fratrias no âmbito da Epidemiologia Genética proporcionam uma oportunidade ímpar de compreensão das causas subjacentes à variação observada em distintos traços ou fenótipos, como os que se referem ao crescimento somático, ao padrão de adiposidade, ao somatótipo e à aptidão física. Contudo, e tal como temos vindo a referir, nos países em transição sócio-demográfica e nutricional, e em particular nos que se localizam na África Sub-Sahariana, estes aspectos parecem pouco explorados e conseqüentemente desconhecidos.

Alguns estudos têm-se preocupado em demonstrar a associação estreita entre o crescimento somático e desenvolvimento físico-motor e as medidas de carácter socio-económico tomadas por alguns governos, sobretudo de países fortemente desfavorecidos. Um dos exemplos mais claros é dado pelas implicações das assimetrias da distribuição da renda nacional no padrão de crescimento e desenvolvimento físico-motor. Nos países em transição sócio-demográfica e nutricional, as crises económicas, de carácter mais ou menos cíclico, conduzem frequentemente a um agravamento do estado nutricional e de saúde das populações com forte prejuízo da sua capacidade de produzir trabalho e fruir de uma vida activa plena. Este acentuado défice socio-económico expressa-se com especial enfoque no atraso no crescimento e desenvolvimento psicomotor das crianças daqueles países em especial nos que se localizam na África Sub-Sahariana. Esta relação é especialmente evidente nos primeiros dois ou três anos de vida. É neste contexto, que o segundo capítulo desta dissertação procurou por

um lado, descrever os trabalhos sobre o crescimento somático com populações locais Africanas, salientado os principais problemas e resultados, e por outro pretendeu sistematizar alguns dos aspectos relevantes da investigação epidemiológica sobre diferentes valores da composição corporal daquelas populações, bem como perspectivar as principais avenidas de investigação futura. Os resultados desta panóplia de estudos salientam um défice claro nos valores estaturais e de peso das populações Africanas relativamente às normas propostas pela Organização Mundial da Saúde. Por outro lado, verificou-se que os valores estaturais das crianças urbanas de estatuto socio-económico elevado são claramente superiores aos das crianças rurais. Estes resultados demonstram inequivocamente o peso decisivo da influência de factores ambientais, como a nutrição e a qualidade dos serviços de saúde. Pelas mesmas razões os resultados de estudos realizados em populações Moçambicanas não são muito diferentes do retrato aqui apresentado. Um outro aspecto de realce reside no uso generalizado de normas internacionais para avaliar o estado nutricional, bem como a validade dos pontos de corte comumente utilizados. Outrossim, e contrariamente aos países industrializados, observa-se, naqueles países em transição sócio-demográfica e nutricional, uma prevalência da obesidade mais elevada em famílias de estatuto socio-económico alto. No entanto, estas populações tendem a registar uma associação entre a condição de *stunting* e a obesidade, o que sugere a hipótese da acumulação excessiva de gordura ser uma resposta anómala após subnutrição na infância. Estas observações são sugestivas de mais estudos de modo a compreender as causas e consequências destes fenómenos na nossa espécie, em que a Epidemiologia Genética pode ser um enfoque altamente promissor.

Na realidade Moçambicana o desconhecimento relativamente à influência de factores genéticos no crescimento somático e desenvolvimento físico-motor conduz, obviamente a uma lacuna na acção ao nível da saúde pública, educação e desporto. Neste sentido, a presente dissertação pretende não só descrever a magnitude da influência genética e ambiental num conjunto diversificado de

fenótipos já anteriormente descritos numa população alvo bem identificada, mas também em contribuir para a inventariação de problemas reais ao nível do crescimento somático e desenvolvimento físico-motor que permitam a elaboração de estratégias mais adequadas de intervenção ao nível da saúde e educação escolar.

Foi a partir deste quadro genérico de preocupações que foram traçados, de forma global, os seguintes objectivos:

1º Determinar a magnitude da influência genética em diferentes indicadores do crescimento somático de famílias nucleares de uma população rural moçambicana da localidade de Calanga.

O capítulo 4 procura dar resposta a este objectivo (ver Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo dos principais resultados encontrados no estudo com famílias nucleares.

Capítulo 4	Similaridade familiar em características antropométricas numa população rural de Moçambique: estimativa de efeitos genéticos e ambientais Familial clustering in somatic dimensions in rural population of Mozambique. Genetic and environmental effects.
Conclusões	- O padrão de correlações intra-familiares sugere uma influência distinta do envolvimento nos diferentes elementos das famílias; - Os valores de heritabilidade mais elevadas foram registados na altura, peso, altura sentado, pregas tricipital e perímetro de braço relaxado com valores a oscilarem entre 47% e 60%, o que indica uma significativa influência genética.

2º Avaliar e descrever a relevância de aspectos de variabilidade genética e sócio-cultural na composição corporal, somatótipo e desenvolvimento físico-motor de crianças e jovens da localidade de Calanga.

Os capítulos 5, 6 e 7 procuram aquilatar este objectivo (ver Tabela 2).

Tabela 2 – Resumo dos principais resultados encontrados nos estudos com fratrias.

Capítulo 5	As semelhanças inter-fratrias nas componentes do somatótipo numa comunidade rural Moçambicana: Influência dos aspectos genéticos e ambientais Heritabilities of somatotype components in a population from rural Mozambique ”
Conclusões	- Os resultados das correlações salientam baixos valores de associação em cada uma das componentes do somatótipo. Estes resultados sugerem eventuais distinções no nível de agregação familiar nas diversas fratrias de irmãos. - A heritabilidade foi moderada na Endomorfia (40%); Mesomorfia (30%) e na Ectomorfia (31%).
Capítulo 6	Padrão de adiposidade subcutânea em fratrias da população escolar da localidade rural de Calanga – Moçambique: Um estudo de Genética Quantitativa. Quantitative genetic study of fat patterning in siblisps from rural Calanga, Mozambique.
Conclusões	- Os resultados revelam que uma fatia significativa das diferenças encontradas entre irmãos, nos vários indicadores do padrão de adiposidade, se deve a factores genéticos; - Ficou evidente maior agregação entre irmãos do mesmo sexo do que entre irmãos de sexo oposto.
Capítulo 7	Semelhança fraterna nos níveis de aptidão física. Um estudo na população rural de Calanga, Moçambique
Conclusões	- As irmãs evidenciam maior agregação entre si do que os irmãos e irmãos de sexo oposto; - A relevância dos efeitos genéticos fez-se sentir na no salto em comprimento sem corrida preparatória (60%), moderada na corrida da milha (49%) e no <i>sit-and-reach</i> (41%). - No tempo de suspensão na barra (18%), na dinamometria manual (19%), no <i>curl up</i> (9%) e na agilidade 10x5 (7%), a maior porção da variabilidade é explicada for factores ambientais não transmissíveis dentro das famílias nucleares relacionados com actividades de subsistência familiar.

Os resultados dos estudos empíricos parecem salientar a presença de factores distintos a governarem a variabilidade observada em fenótipos do crescimento somático, do padrão de adiposidade, somatótipo e aptidão física. Os genes e o ambiente casam-se de um modo único para expressar a riqueza da variação observada na população nos traços ou fenótipos em análise. No entanto, algumas das conclusões retiradas devem ser consideradas com alguma parcimónia devido ao quadro de limitações e condicionalismos próprios de um trabalho desta natureza, nomeadamente: especificidades biológicas da população amostrada, tamanho da amostra (particularmente dos progenitores), o meio ambiente (rural),

o estatuto socio-económico, o nível cultural, e a escassez ou mesmo inexistência de estudos neste domínio com populações dos países em transição sócio-demográfica e nutricional. Este quadro de resultados pode ter implicações importantes. Se aos factores ambientais incumbe uma parte substancial da fatia explicativa da variabilidade observada nos fenótipos analisados, então há que questionar de forma adequada políticos, autoridades de saúde e gestores da educação naquilo em que eles se constituem como suporte de intervenção das políticas educativas e de saúde. A complexidade e abrangência do estudo teve como consequência uma profusão de resultados de inegável interesse, embora a informação agora disponível só possa ser devidamente avaliada e interpretada no contexto do posterior desenvolvimento da investigação e dos resultados que esta vai gerar. É neste contexto que, os desafios propostos às autoridades governamentais, aos gestores da educação e aos pesquisadores da área do crescimento somático e desenvolvimento motor se situam a vários níveis, a saber:

1. Na urgência em ampliar a abrangência dos estudos em domínios até aqui não explorados, pois há a considerar que a maior parte dos trabalhos realizados em Moçambique se resumem a regiões demarcadas, não se podendo, por isso, generalizar os seus resultados considerando a uma população supostamente muito diversificada em termos ambientais, genéticos, étnicos e socio-económicos.
2. Na elaboração de normas locais no domínio do crescimento somático e da capacidade funcional que possam ter repercussões no país, sobretudo no que à Educação Física e à Pediatria dizem respeito
3. Na avaliação do significado de indicadores biológicos de saúde e seus determinantes genéticos no crescimento somático, maturação biológica, composição corporal e capacidade funcional

4. Na realização de maiores incursões ao domínio da Epidemiologia Genética para descortinar, num outro plano, a grandeza dos determinantes de natureza demográfico-biológica, recorrendo a delineamentos com gémeos e famílias nucleares extensas a partir de informação longitudinal. Como já se referiu, devido aos níveis elevados de diversidade genética na região Sub-Sahariana, o estudo das populações africanas tem uma importância fundamental para a identificação da base genética de características multifactoriais. É nossa percepção que esta circunstância poderá ajudar a compreender esta temática complexa que é o crescimento somático, maturação biológica e composição corporal, pela possibilidade de cruzamento de múltipla informação, esperando-se assim a ampliação do horizonte do conhecimento.

Para que a incursão ao domínio da Epidemiologia Genética possa ser realizada com sucesso, e de forma duradoira, é desejável que os estudos a desenvolver possam ser articulados com projectos de investigação com uma forte componente multidisciplinar. Os estudos que se vêm realizando em Moçambique no âmbito da avaliação do estado de saúde das crianças e jovens através de indicadores de crescimento somático e desenvolvimento físico-motor constituem uma oportunidade única de articulação com as aplicações da Genética Quantitativa. A natureza epidemiológica destes estudos, com objectivos orientados para a comparação de populações etnicamente muito heterogénicas, separadas por grandes extensões territoriais, com distintos modelos de organização social e diferentes graus de urbanização, mostra que as populações de Moçambique podem ser vistas como um laboratório natural da Biologia Humana em que é possível analisar as relações entre distintos factores que contribuem para a resolução dos diferentes problemas de saúde. Neste contexto, a genética populacional constitui, pelas razões já discutidas, uma componente decisiva de qualquer tentativa de integração interdisciplinar.