



---

**Mestrado Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde**

**PAULO MARCELO PIROLI**

**VÍDEO TUTORIAL:  
PROTOCOLOS DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS E  
AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA**

---

Londrina - Paraná  
2017

**PAULO MARCELO PIROLLI**

**VÍDEO TUTORIAL:  
PROTOCOLOS DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS E  
AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde, Universidade Norte do Paraná, Unidade Piza, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Dartagnan Pinto Guedes

Londrina - Paraná  
2017

**AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.**

**Dados Internacionais de catalogação-na-publicação**  
**Universidade Norte do Paraná**  
**Biblioteca Central**  
**Setor de Tratamento da Informação**

C225p Pirolli, Paulo Marcelo  
Vídeo tutorial: protocolos de medidas antropométricas e avaliação morfológica /Paulo Marcelo Pirolli. Londrina: [s.n], 2017  
117f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde). Universidade Norte do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Dartagnan Pinto Guedes

1 - Exercício Físico - dissertação de mestrado - UNOPAR 2- Medidas antropométricas 3- Avaliação morfológica 4- Crescimento física 5- Composição corporal I- Guedes, Dartagnan Pinto; orient. II- Universidade Norte do Paraná.

CDU 796.077

**VÍDEO TUTORIAL:  
PROTOCOLOS DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS E  
AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA**

**PAULO MARCELO PIROLI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde, Universidade Norte do Paraná, Unidade Piza, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde, conferido e aprovado pela Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Dartagnan Pinto Guedes  
Universidade Norte do Paraná

---

Prof. Dr. Cosme Franklim Buzzachera  
Universidade Norte do Paraná

---

Prof. Dr. Luiz Claudio Reeberg Stanganelli  
(Membro Externo)

---

Prof. Dr. Dartagnan Pinto Guedes  
Coordenador do Curso

Londrina, 06 de Março de 2017

PIROLI, Paulo Marcelo. **Vídeo tutorial: protocolos de medidas antropométricas e avaliação morfológica**. Trabalho de Conclusão Final de Curso. Mestrado Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde. Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde. Universidade Norte do Paraná, Londrina. 2017.

### **Resumo**

Medidas antropométricas vêm sendo utilizadas como ferramenta para coleta de dados referente à avaliação morfológica. Embora o avanço tecnológico tenha possibilitado propor novos procedimentos ou ferramentas mais precisas, as medidas antropométricas não perderam sua funcionalidade, seja pela simplicidade na utilização de equipamentos, praticidade, baixo custo financeiro, ou ainda pela possibilidade de reaplicar em diversos locais, não necessariamente em laboratórios. Protocolos existentes sistematizam a realização das medidas antropométricas, cujas descrições se encontram em vasta literatura, de forma escrita e algumas vezes com auxílio de ilustrações, gravuras ou fotos, o que limita o entendimento mais detalhado de seus procedimentos. Nessa perspectiva a proposta de produção técnica foi delinear e desenvolver produção de mídia, com recursos audiovisuais (vídeo), para auxiliar a compreensão da descrição e das sistematizações na realização de selecionadas medidas antropométricas, bem como da avaliação morfológica. Desta forma, em um primeiro momento foram tratados conceitos relacionados aos erros de medida, reprodutibilidade, precisão e exatidão das medidas antropométricas. Na sequência, as técnicas de medida e equipamentos empregados para sua realização. Depois, padronização quanto aos protocolos de medida. Por fim, a aplicação das medidas antropométricas na análise de crescimento físico, maturação morfológica, proporcionalidade, somatótipo, composição corporal e estimativa do peso corporal esperado. Para tanto a metodologia atendeu quatro etapas: (a) revisão de literatura específica; (b) gravação em vídeo das medidas antropométricas selecionadas; (c) edição dos vídeos; (d) inserção dos vídeos em mídia interativa. Espera-se com a proposição da mídia eletrônica facilitar o entendimento quanto ao uso das medidas antropométricas na monitoração dos componentes morfológicos e auxiliar profissionais da área na seleção, aplicação e análise de dados antropométricos direcionados ao campo da saúde.

**Palavra-chave:** Antropometria, Componente Morfológico, Promoção da Saúde.

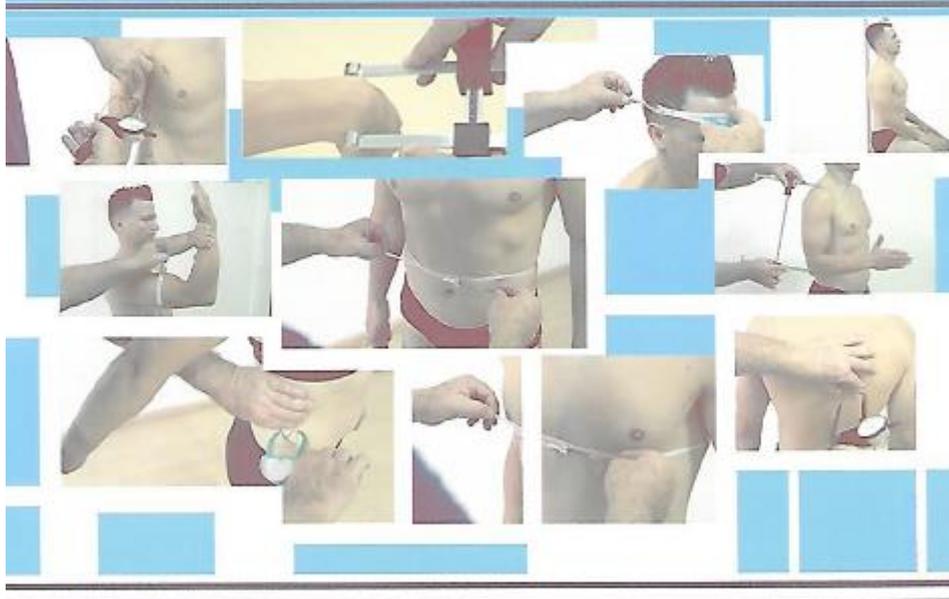
PIROLI, Paulo Marcelo. **Video tutorial: protocols of anthropometric measures and morphological evaluation**. Completion of Coursework. Professional Master's in Exercise in Health Promotion. Research Center on Health Sciences. Northern Parana University, Londrina. 2017.

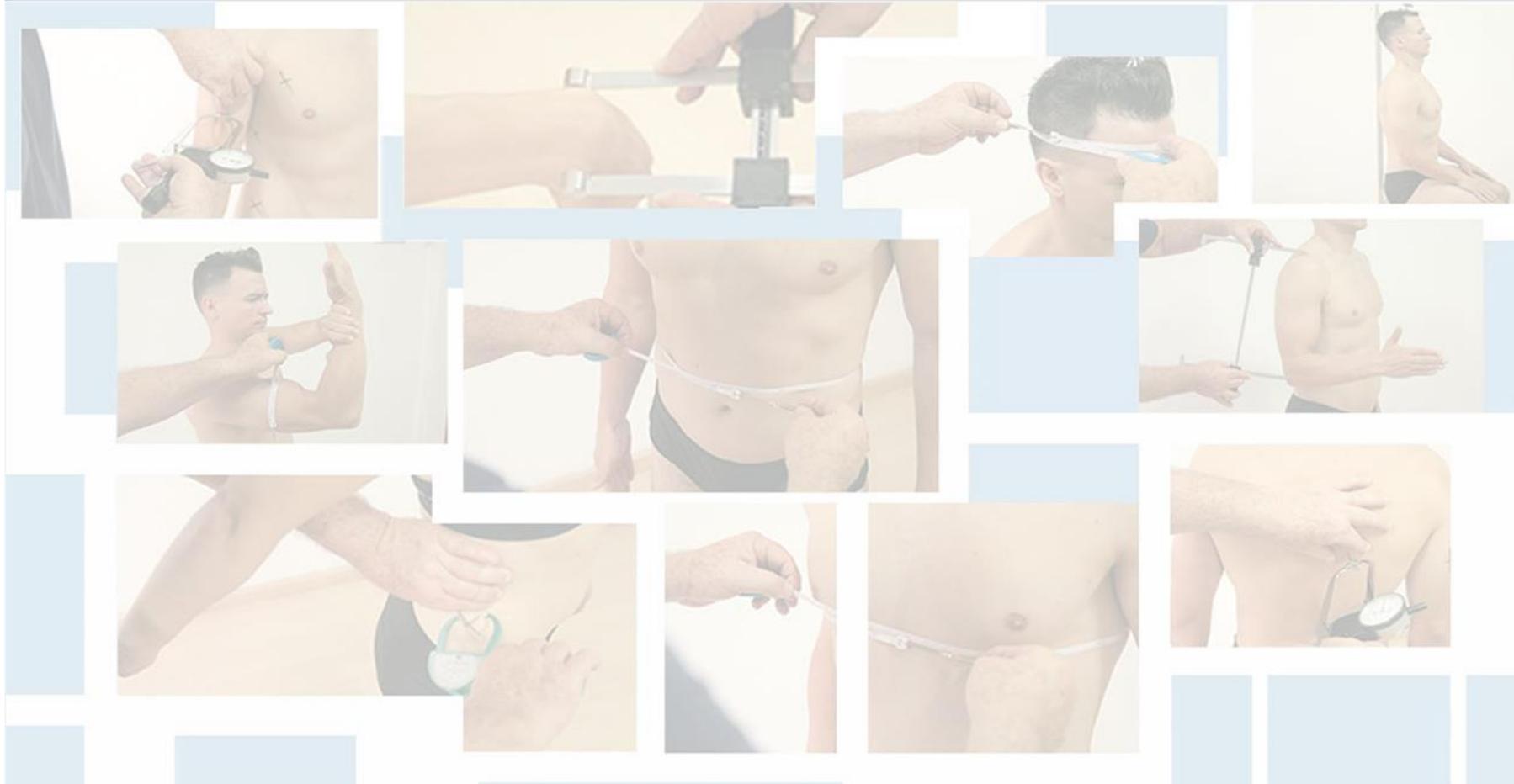
### **Abstract**

Anthropometric measures have been used as a tool for data collection on the morphological evaluation. Although technological advances have made it possible to propose new procedures or more precise tools, the anthropometric measures not lost their functionality, because of its simplicity in the use of equipment, practicality, low financial cost, or possibility of reapplying in various places, not necessarily in laboratories. Available protocols systematize the achievement of anthropometric measures, whose descriptions are found in the vast literature in written form and sometimes with the aid of illustrations, pictures or photos, which limits more detailed understanding of their procedures. In this perspective, the proposal of the technical production was to delineate and develop media production, with audiovisual resources (video), to help the understanding of the description and systematization in the achievement of selected anthropometric measures and the morphological evaluation. Thus, at first was treated concepts related to measurement errors, reproducibility, precision and accuracy of anthropometric measures. In the sequence, the techniques of measures and equipment used for its accomplishment. After, standardization for measures protocols. Finally, the application of anthropometric measures in the analysis of physical growth, morphological maturation, proportionality, somatotype, body composition and estimated ideal weight. Therefore, the methodology has met four steps: (a) specific literature review; (b) video recording of selected anthropometric measures; (c) editing of the videos; (d) inclusion of videos in interactive media. It is hoped that the proposition of electronic media facilitate understanding on the use of anthropometric measures in morphologic components monitoring and help professionals in the selection, application and analysis of anthropometric data directed to the field of health.

**Keyword:** Anthropometry, Morphologic Components, Health Promotion.

## Protocolos de Medida e Interpretação de Medidas Antropométricas







## Sumário

Apresentação .....	11
Qualidade de Medida	
Erro de medida .....	12
Erros sistemáticos e aleatórios .....	12
Precisão e exatidão de medida .....	13
Técnicas de Medida e Equipamentos	
Estatura .....	15
Peso Corporal .....	15
Alturas .....	15
Comprimentos .....	16
Diâmetro .....	17
Perímetros .....	17
Espessuras de Dobras Cutâneas .....	18
Protocolos de Medida	
Estatura .....	20
Peso Corporal .....	21
Alturas	
Tronco-cefálica .....	21
Acromial .....	22
Radial .....	23
Estiloidal .....	23
Dactiloidal .....	24
Ilioespinal .....	24
Trocantérica .....	25
Tibial .....	26
Maleolar .....	26
Comprimentos	
Membro superior .....	27
Acromial-radial .....	28
Radial-estiloidal .....	28
Estiloidal-dáctilo .....	29
Membro inferior .....	30
Trocantérico-tibial .....	30
Tibial-maleolar .....	31
Pé .....	32
Diâmetros	
Biacromial .....	32
Biliocrystal .....	33
Transverso do tórax .....	34
Bideltoide .....	34
Bitrocantérico .....	35
Biepicondilar do úmero .....	35
Biestilóide .....	36
Biepicondilar do fêmur .....	37
Bimaleolar .....	38
Perímetros	
Cabeça .....	38
Pescoço .....	38

Tórax .....	39
Braço .....	39
Braço tencionado .....	40
Antebraço .....	41
Punho .....	41
Cintura .....	42
Abdome .....	42
Quadril .....	43
Coxa proximal .....	44
Coxa medial .....	44
Panturrilha medial .....	45
Tornozelo .....	46
<b>Espessuras de dobras cutâneas</b>	
Bicipital .....	46
Tricipital .....	47
Subescapular .....	47
Peitoral .....	48
Axilar-média .....	49
Supra-espinhal .....	49
Supra-ilíaca .....	50
Abdominal .....	51
Coxa proximal .....	51
Coxa medial .....	52
Panturrilha medial .....	53
<b>Uso das Medidas Antropométricas</b>	
Crescimento Físico .....	53
Maturação Morfológica .....	58
Proporcionalidade corporal .....	66
Somatótipo .....	78
Composição Corporal .....	84
Controle do Peso Corporal .....	92
<b>Referenciais</b> .....	96

## Apresentação

A antropometria está relacionada aos estudos da antropologia física e biológica, que se ocupa em analisar aspectos do componente morfológico do ser humano e compará-los entre si ou diante de indicadores de referência. Etimologicamente, o termo antropometria é formado pela junção de duas expressões de origem grega, em que *ánthros* identifica o homem ou o ser humano; e *métron* significa medida; logo, antropometria é uma técnica sistemática utilizada para medir dimensões do corpo humano.

A origem da antropometria remonta-se à antiguidade, em que egípcios e gregos já observavam e analisavam a relação de diferentes partes do corpo. Contudo, a antropometria passou a manifestar interesse especial a partir da década de 1940; sobretudo, em razão de evidências quanto à associação entre as dimensões do corpo e diversas áreas do conhecimento.

Atualmente, as opções de aplicação da antropometria são quase ilimitadas. Por exemplo, o biólogo humano, preocupado com a relação de causa e efeito dos fatores fisiológicos e ecológicos, deverá estar interessado em determinada série de medidas; o engenheiro de *design*, preocupado com a construção de equipamentos ou vestimentas, deverá estar interessado em outra série de medidas; e o profissional de educação física, preocupado com a saúde e o desempenho esportivo, mediante a interação de fatores ambientais e atributos biológicos no organismo humano, deverá interessar-se por uma terceira série de medidas. Por consequência, em determinados momentos algumas medidas antropométricas podem ser comuns a diferentes tipos de análise; porém, outras medidas antropométricas, são específicas de determinada área de atuação.

Este material em vídeo foi preparado com o objetivo de reunir informações sobre as técnicas de medida e seus procedimentos de análise e interpretação para o campo da educação física. O seu conteúdo está estruturado em diferentes itens, cada um dos quais abordando tema específico vinculado ao uso das medidas antropométricas direcionadas à avaliação de componentes morfológicos.

Durante o processo de desenvolvimento deste material procurou-se selecionar o conteúdo mais significativo e útil possível. A expectativa é de que seu conteúdo venha a constituir-se como importante recurso de consulta imediata aos colegas profissionais que atuam na área. No entanto, acreditamos que, por conta da quantidade de informações com características acadêmicas nele contidas, também possa se apresentar como opção de referência aos cursos universitários de formação profissional no campo da educação física.

# **Qualidade de Medida**

## **Erro de Medida**

Para que se possa compreender, em seu sentido mais amplo, a preocupação em garantir qualidade às medidas antropométricas, torna-se conveniente dominar alguns conceitos relacionados aos erros de medida. A não ser que cuidadosa atenção seja dada aos procedimentos e protocolos de medida, os dados obtidos poderão ser totalmente inúteis para efeito de análise. Infelizmente, apesar dos esforços na tentativa de obter dados de melhor qualidade possível, erros de medida de certa magnitude, suficientes para justificar o interesse em identificá-los, sempre deverão ocorrer com certa regularidade em qualquer sequência de medidas antropométricas.

Esses erros de medida são causados, fundamentalmente, pelas constantes alterações que podem surgir com relação ao domínio dos seus procedimentos e à experiência prévia apresentada por quem realiza as medidas, à postura assumida por quem está sendo medido e às características ou o grau de dificuldade das medidas antropométricas selecionadas. Por esse motivo, o princípio básico na realização de qualquer medida antropométrica é que cada um destes três determinantes seja considerado com o intuito de reduzir os erros para um mínimo tolerável.

## **Erros Sistemáticos e Aleatórios**

Os erros de medida podem ser classificados em sistemáticos e aleatórios. Erros sistemáticos são aqueles que ocorrem repetidamente e sempre da mesma forma. Portanto, as réplicas de realização da medida deverão produzir diferenças entre seus valores de mesma magnitude. Como por exemplo, erros que ocorrem pelo fato de quem realiza a medida antropométrica, constantemente, não atender item específico de sua padronização. Ou ainda, erros que surgem em consequência dos equipamentos empregados na realização da medida não apresentarem calibração adequada.

Por outro lado, erros aleatórios são aqueles que ocorrem ao acaso, ou seja, com diferentes variações em seus valores a cada realização da medida antropométrica. Portanto, torna-se impossível identificar ou dimensionar sua magnitude. Como por exemplo, erros que acontecem quando dois profissionais realizam a mesma medida antropométrica, em um

mesmo indivíduo, sem que apresentem total domínio de seus procedimentos, ou experiência prévia suficiente para sua realização. Logo, deverão surgir divergências entre os valores em razão da diferente forma de realização da medida.

### **Precisão e Exatidão de Medida**

Especialistas da área procuram descrever as várias fontes de erros de medida mediante os conceitos de precisão ou reprodutibilidade e de exatidão ou viés. Neste caso, “precisão” refere-se ao quanto quem realiza a medida antropométrica está consistente com ele mesmo na obtenção do resultado, o que se denomina de reprodutibilidade intra-avaliador, ou com relação a outros antropometristas que realizam a medida, o que se denomina de reprodutibilidade interavaliadores. Em contrapartida, “exatidão” refere-se ao quanto a medida antropométrica obtida está em conformidade com seu verdadeiro valor.

Para tratar o grau de exatidão de uma medida antropométrica, a grande dificuldade está em determinar qual é o verdadeiro valor para determinada medida antropométrica naquele indivíduo e naquele dado momento. Isto se deve as constantes variações tipicamente observadas em sucessivas realizações de medidas antropométricas e, portanto, teoricamente, não deverá produzir os mesmos valores entre uma e outra medida, mesmo que seja em curto espaço de tempo. Assim, quando do uso de medidas antropométricas, o grande desafio é estar certo, dentro dos limites de erro conhecidos, de que as medidas antropométricas obtidas realmente representam o verdadeiro valor naquele momento.

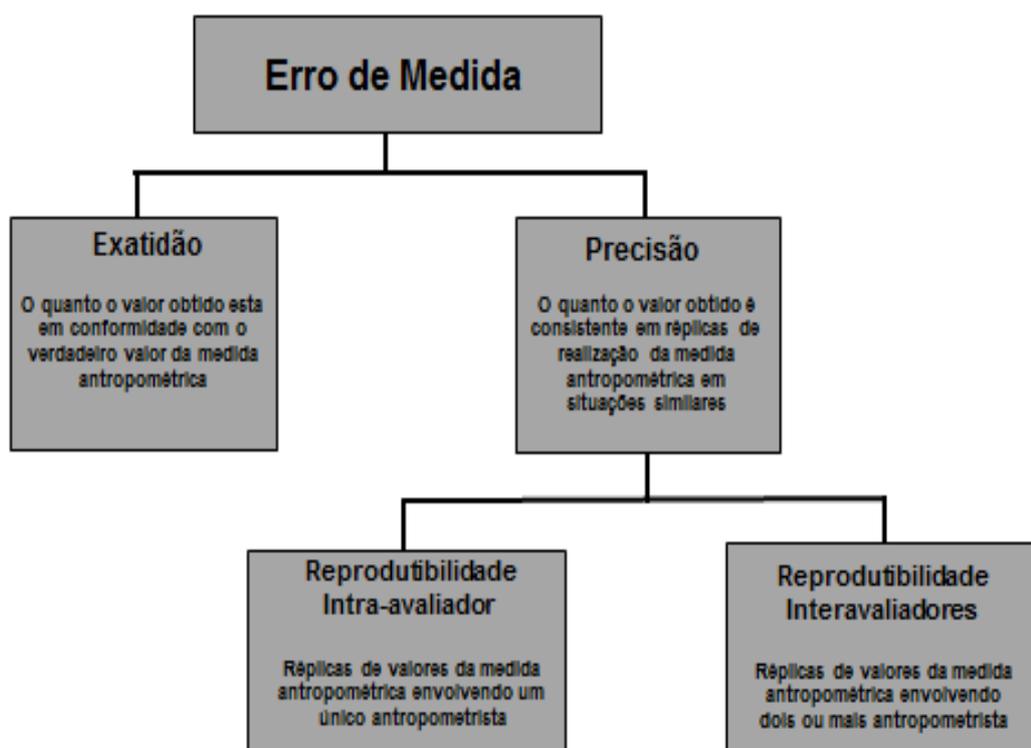
À primeira vista, nunca se pode ter total convicção dos verdadeiros valores das medidas antropométricas. No entanto, recursos muito utilizados nas estimativas dos índices de exatidão são as comparações entre medidas encontradas por um antropometrista bastante experiente nos procedimentos empregados, pois se presume que, em razão de sua experiência, obterá valores mais próximos do verdadeiro valor, e antropometristas efetivamente envolvidos com a realização das medidas antropométricas.

Menor exatidão na dimensão de uma medida antropométrica pode ser atribuído:

- à falta de domínio da técnica de medida;
- a equipamentos inadequados;
- ao ambiente desfavorável à realização da medida; e

- à falta de cooperação de quem esta sendo medido;

Ao considerar sua influência na validade dos resultados, a precisão ou a reprodutibilidade é a característica mais importante na realização das medidas antropométricas. Com baixa reprodutibilidade, nenhuma confiança pode ser depositada nos medidas obtidas, em razão de sua provável menor exatidão. A reprodutibilidade poderá influenciar diretamente a validade, pois medida antropométrica que procura medir o que se propõe a medir deverá, consistentemente, produzir os mesmos valores em situações idênticas. Se um antropometrista conseguir produzir medidas altamente reprodutíveis, poderá realizar a mesma medida várias vezes em situações similares e, em cada vez, obter os mesmos valores.



# **Técnicas de Medida e Equipamentos**

## **Estatura**

A estatura refere-se à distância observada entre dois planos que tangenciam o vértex (ponto mais alto da cabeça) e a planta dos pés. Para realizar sua medida pode-se recorrer aos estadiômetros com cursor ou aos antropômetros específicos para essa finalidade, com escala de medida milimétrica. Desde que sejam empregados procedimentos similares, as medidas de estatura realizadas por ambos os equipamentos não deverão apresentar diferenças significativas. Sugere-se a tomada de três medidas de estatura realizadas sucessivamente, e deve ser levado em conta o valor mediano da série como medida observada para análise. A cada medida da série deve-se solicitar do avaliado que deixe a posição de medida e retorne para a medida subsequente. Para realizar a medida de estatura o avaliado deverá estar descalço e com o mínimo de roupa possível para que se torne visível a posição de seu corpo.

## **Peso corporal**

A medida associada ao peso corporal deverá expressar a dimensão da massa corporal, ou seja, o conjunto de matéria orgânica e inorgânica que compõe os diferentes tipos de tecidos e elementos do corpo humano, como é o caso de músculos, ossos, gorduras, vísceras, órgãos e água. Para sua medida podem-se utilizar dois tipos de balanças antropométricas: as que exigem ajuste manual, com sistema de alavanca, e as que oferecem informações por intermédio de componentes eletrônicos. Ambos os equipamentos devem oferecer definições de medidas no limite de 100g. A cada 10 pesagens deverá ser realizada calibração com pesos conhecidos. Para realizar a medida de peso corporal o avaliado deverá estar descalço e com o mínimo de roupa possível para não influenciar seus valores.

## **Alturas**

As medidas de altura equivalem à distância vertical em projeção compreendida entre pontos de referência anatômica do corpo humano e a planta dos pés. Neste caso, o avaliado deverá se colocar em posição ortostática, descalço e com o mínimo de roupa possível para que se torne visível a identificação do ponto anatômico que se pretende medir. As medidas de

altura de pontos anatômicos são realizadas mediante o uso de antropômetros, com escala de medida milimétrica.

Quanto aos procedimentos de medida, as proeminências ósseas utilizadas como referência deverão ser identificadas por palpação e, mediante lápis dermográfico, assinalados os pontos exatos de reparo. Na sequência, as pontas das hastes do antropômetro deverão ser posicionadas nesses pontos e, com as escalas de medida paralelas ao eixo longitudinal do segmento que está sendo medido, realiza-se a leitura da medida.

### **Comprimentos**

As medidas de comprimento correspondem às distâncias projetadas entre dois pontos de referência anatômica, estabelecidas paralelamente ao eixo longitudinal do segmento. Suas dimensões são estabelecidas por meio de antropômetros ou compassos de barra com escala de medida milimétrica, ou ainda pelas diferenças aritméticas entre as alturas de diferentes segmentos. Na maioria das vezes as medidas de comprimento que derivam de subtrações de alturas tendem a apresentar dimensões discretamente inferiores às medidas de comprimento obtidas diretamente. Por essa razão, recomenda-se que o comprimento dos segmentos seja medido diretamente. Para realizar as medidas de comprimentos o avaliado deverá estar descalço e com o mínimo de roupa possível para que se torne visível a posição de seu corpo.

Quanto aos procedimentos de medida, as proeminências ósseas utilizadas como referência deverão ser identificadas por palpação e, mediante lápis dermográfico, assinalados os pontos exatos de reparo. Na sequência, as pontas das hastes do antropômetro ou do compasso de barras deverão ser posicionadas nesses pontos e, com as escalas de medida paralelas ao eixo longitudinal do segmento que está sendo medido, realiza-se a leitura da medida. Deve-se dar preferência por realizar as medidas no hemicorpo direito.

Para manuseio do antropômetro ou do compasso de barras, a mão esquerda do antropometrista deverá manter a haste fixa na posição desejada sobre um dos pontos de referência anatômica considerado, enquanto a mão direita deverá orientar o deslocamento da haste móvel em direção ao outro ponto de referência assinalado. As medidas de comprimento devem ser realizadas por três vezes consecutivas, considerando-se o valor mediano da série como a medida representativa para análise.



## **Diâmetros**

Diâmetros ósseos são medidas que procuram estabelecer distâncias projetadas entre dois pontos anatômicos definidos por proeminências ósseas, estabelecidas perpendicularmente ao eixo longitudinal do corpo. Para tanto, utilizam-se antropômetros ou compassos de barras, com escala de medida milimétrica, com características e tamanhos variados, de acordo com o segmento ósseo a ser medido. Naquelas medidas específicas que se podem realizar em ambos os lados do corpo deve-se dar preferência ao hemicorpo direito. Para realizar as medidas de diâmetros ósseos o avaliado deverá estar com o mínimo de roupa possível para que se torne visível os pontos anatômicos de referência.

Com relação aos procedimentos de medida, as proeminências ósseas utilizadas como referência deverão ser inicialmente identificadas pelo antropometrista por palpação e, na sequência, com lápis dermatográfico, assinalados os pontos exatos de reparo. Em seguida, as pontas das hastes do antropômetro ou do compasso de barras deverão ser posicionadas nesses pontos, e, empregando discreta pressão na tentativa de minimizar eventual interferência dos tecidos não-ósseos que revestem a região que está sendo medida, realiza-se a leitura da medida.

A mão não-dominante do antropometrista deverá manter a haste fixa do antropômetro ou do compasso de barra na posição desejada sob um dos pontos de referência anatômica considerado, enquanto a dominante deverá orientar o deslocamento da haste móvel em direção ao outro ponto de referência assinalado. As medidas dos diâmetros devem ser realizadas por três vezes consecutivamente, e o valor mediano da série deve ser considerado a medida representativa para análise. Realiza-se a leitura da medida com as hastes do antropômetro ou do compasso de barra voltadas para cima, formando ângulo por volta de 45 graus em relação ao plano horizontal.

## **Perímetros**

Perímetros são medidas circulares de segmentos específicos (circunferências), obtidas no plano horizontal, perpendicularmente ao eixo longitudinal do corpo. Para obter as medidas de perímetros recorre-se à fita antropométrica flexível não-elástica, com definição das dimensões milimétricas, preferencialmente com largura entre 5 e 7 milímetros e espessura não superior a 2mm, e com dispositivo para controle da pressão exercida sobre a pele. Naquelas

medidas específicas que se pode realizar em ambos os lados do corpo, deve-se dar preferência ao hemicorpo direito.

Com relação aos procedimentos de medida, deve-se circundar com a fita antropométrica o segmento a ser medido, aproximando as pontas na tentativa de cruzar as extremidades da fita à altura do ponto zero e da dimensão da leitura. Um detalhe importante refere-se à necessidade de perfeita orientação horizontal da fita antropométrica em relação ao plano definido e perpendicular ao eixo longitudinal do segmento que está sendo medido. A pressão a ser exercida pela fita métrica sobre a pele deverá ser controlada por dispositivo com mola fixado na extremidade da fita. A pressão “ótima” da fita sobre a pele equivale ao ponto mínimo de utilização da capacidade de elasticidade da mola. Os pontos de referência anatômica para realização das medidas devem ser determinados e assinalados com lápis dermatográfico, e as medidas realizadas sobre a pele nua, sempre que possível. A leitura das medidas deve ser consignada com a fita antropométrica em nível abaixo da linha dos olhos do avaliador. Para realizar as medidas de perímetros o avaliado deverá estar com o mínimo de roupa possível para que se torne visível os pontos anatômicos de referência. As medidas de perímetros devem ser realizadas por três vezes consecutivas, considerando-se o valor mediano da série como medida representativa para análise.

### **Espessuras de dobras cutâneas**

A espessura de dobras cutâneas corresponde às medidas de uma camada dupla de pele e de tecidos subcutâneos destacados em pontos anatômicos específicos. Sua dimensão é estabelecida com o uso de compassos específicos, com características especiais para essa finalidade. Nesse particular, duas das principais características especiais desses compassos referem-se às dimensões da superfície de contato de suas hastes com a pele do avaliado e à variação de pressão exercida por suas molas nas diferentes aberturas de suas mandíbulas. Atenção especial deve ser dada à escolha desses compassos, considerando-se que, em situações idênticas, compassos com diferentes características podem apontar medidas sistematicamente diferentes de espessura de dobras cutâneas. Os tipos de compassos específicos mais frequentemente utilizados são os chamados compassos de mandíbulas longas, e compassos de mandíbulas curtas, ambos com definição de medida equivalente a frações milimétricas. As diferentes características apresentadas pelos compassos praticamente

inviabilizam qualquer tentativa de comparação mais segura e efetiva entre medidas de espessura de dobras cutâneas realizadas por intermédio de compassos dos tipos de mandíbulas longas e curtas.

As medidas de espessura das dobras cutâneas devem ser realizadas no hemisfério direito do avaliado. A definição das dobras cutâneas deve ser feita com os dedos polegar e indicador da mão esquerda do antropometrista na região a ser medida, separados por aproximadamente 6 a 8 centímetros. A palma da mão do avaliador deverá estar voltada para a região a ser medida e em contato com esta. Nesse momento, a musculatura da região deve encontrar-se o mais relaxada possível. Com a aproximação dos dedos, eleva-se suavemente as estruturas mais profundas uma camada dupla de tecidos, que forma a dobra cutânea. O compasso é segurado pela mão direita do antropometrista. Sem desprender a dobra cutânea destacada, ajustam-se as bordas do compasso a aproximadamente 1 centímetro abaixo dos dedos do antropometrista e à profundidade idêntica à que se encontra o dedo polegar. Para manuseio do compasso exerce-se pressão com as extremidades dos dedos em seu gatilho na tentativa de separar as hastes. Aguarda-se em torno de 2 a 3 segundos após liberar o gatilho do compasso antes de efetuar a leitura da medida para que toda a pressão da mola se complete. Realizam-se três medidas sucessivas no mesmo local e considera-se o valor mediano como medida representativa da série para análise. Para realizar as medidas de espessura das dobras cutâneas o avaliado deverá estar com o mínimo de roupa possível para que se torne visível os pontos anatômicos de referência

# Protocolos de Medida

## Estatura



As medidas de estatura podem ser realizadas com o avaliado em posição ortostática (o que se denomina de estatura em pé) ou em decúbito dorsal (o que se denomina de estatura supina). A técnica de medida voltada à estatura supina é empregada somente em crianças menores de 2-3 anos ou em avaliado de qualquer idade portador de algum tipo de deficiência que venha a impossibilitá-lo de se colocar em posição ortostática. Considerando a excepcionalidade dessa situação para os profissionais da educação física, considerar-se-á somente a técnica de medida da estatura em posição ortostática.

Para realizar as medidas de estatura, o avaliado deverá estar descalço e com o mínimo de roupa possível para que se torne visível a posição de seu corpo. O avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os membros superiores pendentes ao longo do corpo, os calcanhares unidos e as pontas dos pés afastadas aproximadamente em  $60^\circ$  entre si, o peso corporal distribuído igualmente sobre ambos os pés e a cabeça orientada no plano de Frankfurt paralelo ao solo. O plano de Frankfurt é alcançado quando a borda inferior da cavidade ocular estiver no mesmo plano horizontal do entalhe superior ao trago, na orelha.

No momento de definição da medida, o avaliado deverá estar em apneia inspiratória e com as superfícies posteriores dos calcanhares, da cintura pélvica, da cintura escapular e da região occipital em contato com a escala de medida. O antropometrista deverá posicionar-se em pé, ao lado direito do avaliado. Se necessário sobre um banco para melhor visualização do vértex. A mão direita no queixo do avaliado auxilia a manutenção do plano de Frankfurt. A

mão esquerda fixa o cursor móvel do antropômetro ou do estadiômetro sobre o vértex e realiza pressão suficiente para comprimir cabelo.

### **Peso corporal**



Para determinar a medida de peso corporal, o avaliado deverá posicionar-se em pé, de frente para a escala de medida da balança, com afastamento lateral das pernas, entre as quais estará a plataforma. Na sequência, deverá colocar-se cuidadosamente sobre a plataforma, pondo um pé de cada vez no centro desta, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso distribuído igualmente em ambos os pés, os braços lateralmente ao longo do corpo e o olhar em um ponto fixo à sua frente, de modo a evitar oscilações na escala de medida. O antropometrista deverá colocar-se à frente do avaliado. Na busca de medidas mais precisas para o peso corporal sugere-se observar o nivelamento do solo sobre o qual a balança antropométrica deverá ser apoiada.

### **Alturas**

#### ***Tronco-cefálica***



A altura tronco-cefálica equivale à distância em projeção compreendida entre o plano tangencial ao vértex e as espinhas isquiáticas, ou apoio das nádegas, estando o avaliado

sentado. Sua mensuração deverá solicitar antropômetro com auxílio de uma banqueta para apoio, ou estadiômetro juntamente com a banqueta. Nesse caso, a banqueta deve ser suficientemente alta para permitir que os membros inferiores do avaliador não entrem em contato com o solo quando este se sentar.

Para medida da altura tronco-cefálica o avaliado deverá sentar-se sobre a banqueta, com os joelhos direcionados à frente; os quadris formando ângulo de  $90^\circ$  com o tronco; e as superfícies posteriores da cintura pélvica, da cintura escapular e da região occipital em contato com a escala de medida. A cabeça deverá estar orientada segundo o plano de Frankfurt, e ambas as mãos sobre as coxas. O plano de Frankfurt é alcançado quando a borda inferior da cavidade ocular estiver no mesmo plano horizontal do entalhe superior ao trago, na orelha.

No momento de definição da medida, o avaliado deverá estar em apneia inspiratória e o antropometrista deverá posicionar-se em pé, ao lado direito do avaliado. A mão direita no queixo do avaliado auxilia a manutenção do plano de Frankfurt. A mão esquerda fixa o cursor móvel do antropômetro ou do estadiômetro sobre o vértex e realiza pressão suficiente para comprimir cabelo.

### *Acromial*



A altura acromial equivale à distância em projeção compreendida entre o plano tangencial ao processo acromial e a planta dos pés. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá posicionar-se em pé, ao lado direito do avaliado. Com a mão direita posiciona o

antropômetro paralelamente ao eixo longitudinal do avaliado, e com a mão esquerda fixa o cursor móvel no ponto acromial previamente marcado.

### ***Radial***



A altura radial equivale à distância em projeção compreendida entre o plano tangencial ao ponto proximal do rádio e a planta dos pés. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá posicionar-se em pé, ao lado direito do avaliado. Com a mão direita posiciona o antropômetro paralelamente ao eixo longitudinal do avaliado, e com a mão esquerda fixa o cursor móvel no ponto proximal do rádio previamente marcado.

### ***Estiloidal***



A altura estiloidal equivale à distância em projeção compreendida entre o plano tangencial ao ponto estiloidal e a planta dos pés. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se

em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá posicionar-se agachado, ao lado direito do avaliado. Com a mão direita posiciona o antropômetro paralelamente ao eixo longitudinal do avaliado, e com a mão esquerda fixa o cursor móvel no ponto médio do estílo previamente marcado.

### ***Dactiloidal***



A altura dactiloidal equivale à distância em projeção compreendida entre o plano tangencial ao ponto dáctilo e a planta dos pés. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá posicionar-se agachado, ao lado direito do avaliado. Com a mão direita posiciona o antropômetro paralelamente ao eixo longitudinal do avaliado, e com a mão esquerda fixa o cursor móvel no ponto mais distal do dedo médio.

### ***Ilioespinal***





A altura ilioespinal equivale à distância em projeção compreendida entre o plano tangencial ao ponto ilioespinal e a planta dos pés. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo e com o braço direito ligeiramente abduzido, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá posicionar-se em pé, ao lado direito do avaliado. Com a mão direita posiciona o antropômetro paralelamente ao eixo longitudinal do avaliado, e com a mão esquerda fixa o cursor móvel no ponto ilioespinal previamente marcado.

### ***Trocantérica***



A altura trocantérica equivale à distância em projeção compreendida entre o plano tangencial ao ponto trocantérico e a planta dos pés. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo e com o braço direito ligeiramente abduzido, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá colocar-se agachado, ao lado direito do avaliado. Com a mão direita posiciona o antropômetro paralelamente ao eixo longitudinal do avaliado, e com a mão esquerda fixa o cursor móvel no ponto trocantérico previamente marcado.

### ***Tibial***



A altura tibial equivale à distância em projeção compreendida entre o plano tangencial ao ponto tibial lateral e a planta dos pés. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá posicionar-se agachado, ao lado direito do avaliado. Com a mão direita posiciona o antropômetro paralelamente ao eixo longitudinal do avaliado, e com a mão esquerda fixa o cursor móvel no ponto tibial lateral previamente marcado.

### ***Maleolar***



A altura maleolar equivale à distância em projeção compreendida entre o plano tangencial ao ponto maleolar e a planta dos pés. Para sua medida o avaliado deverá colocar-se em cima de uma banqueta, para facilitar o antropometrista no alinhamento dos olhos com a escala de medida do antropômetro. Sobre a banqueta o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo, as palmas das mãos voltadas para a coxa,

os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá posicionar-se agachado, ao lado direito do avaliado. Com a mão direita posiciona o antropômetro paralelamente ao eixo longitudinal do avaliado, e com a mão esquerda fixa o cursor móvel no ponto médio do maléolo previamente marcado.

## **Comprimentos**

### ***Membro Superior***



O comprimento do membro superior corresponde à distância projetada entre o bordo mais lateral do acrômio e o ponto dactílico. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá posicionar-se em pé, lateralmente à direita do avaliado. A haste fixa do antropômetro deve ser posicionada sobre o ponto acromial previamente marcado, enquanto a haste móvel deve ser conduzida até o ponto dactílico. Ao optar por estabelecer o comprimento do membro superior mediante diferenças aritméticas entre medidas de alturas, deverá ser realizada a subtração entre as medidas da altura acromial e da altura dactiloidal.

### ***Acromial-radial***



O comprimento acromial-radial, também denominado de comprimento do braço, corresponde à distância projetada entre o bordo mais lateral do acrômio e a extremidade externa da interlinha umerorradial. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços na vertical com os cotovelos flexionados lateralmente ao corpo formando ângulo de 90 graus entre o braço e o antebraço, a palma das mãos voltadas para dentro, os dedos unidos e estendidos com o polegar apontando para cima, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá posicionar-se em pé, lateralmente à direita do avaliado. A haste fixa do antropômetro deve ser posicionada sobre o ponto acromial previamente marcado, enquanto a haste móvel deve ser conduzida até a porção proximal do úmero-rádio. Ao optar por estabelecer o comprimento acromial-radial mediante diferenças aritméticas entre medidas de alturas, deverá ser realizada a subtração entre as medidas da altura acromial e da altura radial.

### ***Radial-estiloidal***



O comprimento radial-estiloidal, também denominado de comprimento do antebraço, corresponde à distância projetada entre a extremidade externa da interlinha umerorradial e a

extremidade distal da apófise estilóide do rádio. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços na vertical com os cotovelos flexionados lateralmente ao corpo formando ângulo de 90 graus entre o braço e o antebraço, a palma das mãos voltadas para dentro, os dedos unidos e estendidos com o polegar apontando para cima, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá posicionar-se em pé, lateralmente à direita do avaliado. A haste fixa do antropômetro deve ser posicionada na porção proximal do úmero-rádio, e a haste móvel é transportada até o estílo radial. Ao optar por estabelecer o comprimento radial-estiloidal mediante diferenças aritméticas entre medidas de alturas, deverá ser realizada a subtração entre as medidas da altura radial e da altura estiloidal.

### ***Estiloidal-dáctilo***



O comprimento estiloidal-dáctilo, também denominado de comprimento da mão, corresponde à distância projetada entre a extremidade distal da apófise estilóide do rádio e o ponto dáctilo, ou seja, ponto mais distal do dedo médio. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços na vertical com os cotovelos flexionados lateralmente ao corpo formando ângulo de 90 graus entre o braço e o antebraço, a palma das mãos voltadas para dentro, os dedos unidos e estendidos com o polegar apontando para cima, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá posicionar-se em pé, lateralmente à direita do avaliado. A haste fixa do antropômetro deve ser posicionada no estílo radial, e a haste móvel é transportada até o ponto dáctilo. Ao optar por estabelecer o comprimento estiloidal-dáctilo mediante diferenças aritméticas entre medidas de alturas, deverá ser realizada a subtração entre as medidas da altura estiloidal e da altura dactiloidal.

### ***Membro inferior***



O comprimento do membro inferior equivale à altura trocantérica e corresponde à distância projetada entre o ponto trocantérico e o plano que tangencia a planta dos pés. O ponto trocantérico deve ser definido assinalando-se a protuberância mais superior do grande trocantérico, enquanto o plano tangencial à planta dos pés equivale ao solo. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá colocar-se agachado, lateralmente à direita do avaliado. Com a mão direita posiciona o antropômetro paralelamente ao eixo longitudinal do avaliado, e com a mão esquerda fixa a haste móvel no ponto trocantérico previamente marcado.

### ***Trocantérico-tibial***



O comprimento trocantérico-tibial, também denominado de comprimento de coxa, corresponde à distância projetada entre os pontos trocantérico e tibial lateral. Para realização

da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo e com o braço direito ligeiramente abduzido, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá colocar-se agachado, lateralmente à direita do avaliado. A haste fixa do antropômetro deve ser posicionada na protuberância mais superior do grande trocântico, e a haste móvel é transportada até a protuberância mais superior e lateral da tíbia. Ao optar por estabelecer o comprimento trocântico-tibial mediante diferenças aritméticas entre medidas de alturas, deverá ser realizada a subtração entre as medidas da altura trocântica e da altura tibial.

### ***Tibial-maleolar***



O comprimento tibial-maleolar, também denominado de comprimento de perna, corresponde à distância projetada entre os pontos tibial lateral e maleolar. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá colocar-se agachado, lateralmente à direita do avaliado. A haste fixa do antropômetro deve ser posicionada na protuberância mais superior e lateral da tíbia, e a haste móvel é transportada até a porção mais distal e inferior do maléolo tibial. Ao optar por estabelecer o comprimento tibial-maleolar mediante diferenças aritméticas entre medidas de alturas, deverá ser realizada a subtração entre as medidas da altura tibial e da altura maleolar.

## *Pé*



O comprimento de pé corresponde à distância projetada entre o ponto extremo do dedo mais longo, que pode ser o primeiro ou o segundo, e o ponto mais posterior do calcanhar. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé sobre uma banqueta, de forma ereta, com os braços pendentes ao longo do corpo, as palmas das mãos voltadas para a coxa, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés e o olhar em um ponto fixo à sua frente. O antropometrista deverá colocar-se agachado, lateralmente à direita do avaliado. A haste fixa do antropômetro deve ser posicionada no ponto mais posterior do calcanhar, e a haste móvel é transportada até o ponto extremo do dedo mais longo. A escala de medida do antropômetro deve ser mantida paralelamente ao eixo longo do pé.

## Diâmetros

### *Biacromial*



O diâmetro biacromial corresponde à distância projetada entre as bordas mais lateral dos processos acromiais direito e esquerdo das escápulas. Localizam-se os pontos de referência



anatômica percorrendo com os dedos a espinha de ambas as escápulas até seu bordo mais externo e lateral. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os membros superiores pendentes ao longo do corpo, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal dividido igualmente em ambos os pés e a cabeça orientada no plano de Frankfurt. O antropometrista deverá colocar-se atrás do avaliado, o que lhe permite localizar mais facilmente os pontos de reparo. Para efetuar a medida as hastes do antropômetro são posicionadas nos processos acromiais direito e esquerdo previamente marcados, em um ângulo próximo de 45 graus, sendo necessário exercer pressão firme para comprimir os tecidos moles subjacentes e, desse modo, reduzir seu efeito na leitura da medida. Na eventualidade da estatura do avaliado superar a do antropometrista, este deverá se colocar sobre um banco para melhor visualização do segmento a ser medido.

### ***Biiliocrystal***



O diâmetro biiliocrystal corresponde à distância projetada entre os pontos mais salientes e projetados lateralmente das tuberosidades ilíacas. Para localizar os pontos de referência anatômica deve-se desenhar o bordo superior da crista ilíaca e assinalar o ponto de intersecção desta linha com a projeção da linha axilar média. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os membros superiores pendentes ao longo do corpo, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal dividido igualmente em ambos os pés e a cabeça orientada no plano de Frankfurt. O antropometrista deverá colocar-se à frente do avaliado, o que lhe permite maior facilidade para realizar a medida. Para efetuar a medida as hastes do antropômetro são posicionadas nos pontos de tuberosidades ilíacas direito e esquerdo previamente marcados, em um ângulo próximo de 45 graus, sendo necessário exercer pressão firme para comprimir os tecidos moles subjacentes e, desse modo, reduzir seu efeito na leitura da medida.

### ***Transverso do tórax***



O diâmetro transverso do tórax corresponde à distância projetada entre as faces mais laterais do tórax no nível do ponto mesoesternal. Para localizar os pontos de referência anatômica deve-se tomar cuidado e evitar a inclusão do músculo peitoral ou do grande dorsal e que as hastes do antropômetro escorreguem por entre as costelas. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os membros superiores pendentes ao longo do corpo, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal dividido igualmente em ambos os pés e a cabeça orientada no plano de Frankfurt. O antropometrista deverá colocar-se à frente do avaliado. Para efetuar a medida as hastes do antropômetro são posicionadas nas faces mais laterais do tórax previamente marcadas, em um ângulo próximo de 30 graus. A leitura da medida é realizada ao final de uma expiração normal.

### ***Bideltoide***



O diâmetro bideltoides corresponde à distância projetada entre as faces mais laterais dos músculos deltoides direito e esquerdo. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os membros superiores pendentes ao longo do corpo, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal dividido igualmente em ambos

os pés e a cabeça orientada no plano de Frankfurt. O antropometrista deverá colocar-se à frente do avaliado. Para efetuar a medida as hastes do antropômetro são posicionadas nas faces de maior proeminência lateral dos músculos deltoides direito e esquerdo, paralelamente ao plano horizontal. Uma pressão mínima, sem ocorrência de nenhuma deformação da pele, deve ser aplicada pelo antropometrista no local.

### ***Bitrocantérico***



O diâmetro bitrocantérico corresponde à distância projetada entre as faces mais laterais dos trocanteres. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os membros superiores pendentes ao longo do corpo, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal dividido igualmente em ambos os pés e a cabeça orientada no plano de Frankfurt. O antropometrista deverá colocar-se à frente do avaliado. Para efetuar a medida as hastes do antropômetro são posicionadas nas faces de maior proeminência lateral dos trocanteres, paralelamente ao plano horizontal. Uma pressão mínima, sem ocorrência de nenhuma deformação da pele, deve ser aplicada pelo antropometrista no local.

### ***Biepicondilar do úmero***



O diâmetro biepicôndilar do úmero corresponde à distância projetada entre os bordos mais externos dos epicôndilos medial e lateral do úmero. Para realização da medida o avaliado

deverá posicionar-se sentado, os braços estendidos horizontalmente à frente, à altura dos ombros, os antebraços elevados com os cotovelos e ombros em flexão de 90 graus, as mãos em posição de supinação, ou seja, com a palma da mão voltada para o rosto. O antropometrista deverá colocar-se em pé, à frente do avaliado. Com o antropômetro seguro corretamente, deverá ser utilizado os dedos médios para palpar e localizar os epicôndilos medial e lateral do úmero. As hastes do antropômetro devem ser posicionadas diretamente sobre os epicôndilos, com a escala de medida em um ângulo próximo de 45 graus em relação ao plano horizontal. Deve-se manter firme pressão com os dedos indicadores enquanto a leitura da medida é realizada. Como o epicôndilo medial é mais baixo que o lateral, a distância medida torna-se ligeiramente oblíqua.

### ***Biestilóide***



O diâmetro biestilóide corresponde à distância projetada das apófises do rádio e da ulna. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se sentado, o braço direito estendidos horizontalmente à frente, em posição pronada, flexão do punho com a palma da mão voltada para baixo. O antropometrista deverá colocar-se em pé, à frente do avaliado. Com o antropômetro seguro corretamente, deverá ser utilizado os dedos médios para palpar e localizar as bordas medial do estilóide ulnar e lateral do estilóide do rádio. As hastes do antropômetro devem ser ajustadas na direção do ângulo formado pela mão e pelo antebraço, formando ângulo próximo de 30 graus com o plano horizontal. Deve-se manter firme pressão com os dedos indicadores enquanto a leitura da medida é realizada.

### ***Biepicondilar do fêmur***



O diâmetro biepicondilar do fêmur corresponde à distância projetada entre os epicôndilos medial e lateral do fêmur. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se sentado, com os joelhos flexionados a  $90^\circ$  e os pés apoiados no solo. O antropometrista agacha-se de frente para o avaliado. Com o antropômetro seguro corretamente, deverá ser utilizado os dedos médios para palpar e localizar os pontos aparentes mais mediais e laterais dos côndilos femurais. As hastes do antropômetro devem ser posicionadas diretamente sobre os côndilos femurais, com a escala de medida em um ângulo próximo de 45 graus com o plano horizontal. Deve-se manter firme pressão com os dedos indicadores enquanto a leitura da medida é realizada.

### ***Bimaleolar***



O diâmetro bimaleolar corresponde à distância projetada entre os pontos mais salientes dos maléolos fibular e tibial. Para realização da medida o avaliado deverá posicionar-se sentado, com os pés apoiados no solo e afastados à largura aproximada dos quadris. O antropometrista deverá posicionar-se agachado à frente do avaliado. Com o antropômetro seguro corretamente, deverá ser utilizado os dedos médios para palpar e localizar os pontos aparentes mais mediais e laterais dos maléolos. As hastes do antropômetro devem ser posicionadas obliquamente, considerando que os maléolos se encontram em planos diferentes. Deve-se manter firme pressão com os dedos indicadores enquanto a leitura da medida é realizada.

## Perímetros

### *Cabeça*



O perímetro de cabeça corresponde à máxima circunferência do contorno desse segmento anatômico. Para sua medida o avaliado deverá posicionar-se sentado, com os joelhos direcionados à frente, os pés apoiados no solo e ambas as mãos sobre as coxas. A cabeça deverá estar orientada segundo o plano de Frankfurt. O antropometrista deverá colocar-se em pé, lateralmente à direita do avaliado. A fita antropométrica é ajustada sobre a protuberância occipital, acima da borda superior da aurícula e acima da sobrancelha. O uso dos dedos médios à frente e à trás da cabeça previne que a fita escorregue. A fita antropométrica deverá ser suficientemente pressionada a fim de reduzir a influencia do cabelo na leitura da medida. É necessário certificar-se de que não existe prendedores de cabelo, grampos ou itens semelhantes que possa interferir na medida.

### *Pescoço*



O perímetro de pescoço corresponde à circunferência do contorno desse segmento anatômico. Para sua medida o avaliado deverá posicionar-se sentado, com os joelhos direcionados à frente, os pés apoiados no solo e ambas as mãos sobre as coxas. A cabeça deverá estar orientada segundo o plano de Frankfurt. O antropometrista deverá colocar-se em pé, lateralmente à direita do avaliado. A fita antropométrica é ajustada imediatamente acima da proeminência da laringe, ou o que se denomina de Pomo de Adão. A fita antropométrica

deverá ser mantida perpendicular ao eixo longitudinal do pescoço, exercendo mínima pressão sobre a pele, considerando que os tecidos dessa região são bastante plásticos.

### ***Tórax***



O perímetro de tórax corresponde à circunferência do contorno desse segmento anatômico no nível do ponto mesoesternal. Para sua medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os membros superiores pendentes ao longo do corpo com leve abdução que permita a passagem da fita antropométrica ao redor do tórax, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal dividido igualmente em ambos os pés e a cabeça orientada no plano de Frankfurt. O antropometrista deverá colocar-se à frente do avaliado. Para efetuar a medida passa-se a fita antropométrica em torno do tórax do avaliado de trás para frente, sobre a quarta articulação costo-esternal, o que, lateralmente, corresponde à sexta costela, tendo-se o cuidado de manter a fita antropométrica no plano horizontal e perpendicular ao longo do seu eixo. O avaliado deve respirar normalmente, e a leitura da medida é realizada no final de uma expiração.

### ***Braço***



O perímetro de braço corresponde à circunferência obtida na distância média entre o bordo mais lateral do acrômio e o olécrano. O avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal equilibrado igualmente entre ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, os membros superiores pendentes

ao lado do corpo e a palma das mãos voltada para as coxas. O antropometrista deverá colocar-se em pé, lateralmente à direita do avaliado. Para identificar o ponto de referência anatômica, o avaliado deverá flexionar o cotovelo, formando ângulo de 90 graus entre o braço e o antebraço, com a palma da mão voltada para cima. Nesta posição, com auxílio de fita antropométrica determina-se a distância entre o bordo súpero-lateral do acrômio e o processo do olécrano da ulna, e, na sequência, assinala-se o ponto equivalente à distância média entre ambos. Depois, envolvendo o braço com a fita antropométrica, de forma que esta coincida com o ponto assinalado, realiza-se a leitura da medida.

### ***Braço Tencionado***



O perímetro de braço tencionado corresponde à circunferência obtida mediante uma contração máxima do ventre muscular do bíceps. O avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal equilibrado igualmente entre ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, o braço direito elevado à frente à altura do ombro, o antebraço supinado e o cotovelo e o ombro fletidos em 90 graus. Com a mão esquerda segura internamente o punho direito, de modo a estabilizar e opor resistência a este. O antropometrista deverá colocar-se em pé, lateralmente à direita do avaliado. Nesta posição, inicialmente, deverá solicitar que o avaliado contraia parcialmente o bíceps para identificar e assinalar o ponto em que a circunferência do braço torna-se maior. Depois, envolvendo o braço com a fita antropométrica, de forma que esta coincida com o ponto assinalado, solicita-se que o avaliado realize uma contração isométrica máxima da musculatura flexora do braço e mantenha a posição enquanto a leitura da medida é realizada. A medida deverá ser definida no ponto de maior circunferência perpendicular ao eixo longitudinal do braço.



### ***Antebraço***



O perímetro de antebraço corresponde à circunferência encontrada no ponto de maior volume identificado nesse segmento anatômico. Para sua medida, o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, os membros superiores pendentes ao lado do corpo; contudo, com o braço e o antebraço do lado direito discretamente afastados do corpo e com a mão em posição de pronação, ou seja, com a palma da mão voltada para frente. O antropometrista deverá colocar-se de pé, em posição ântero-lateral em relação ao avaliado. Para localizar o ponto de medida, envolve-se a fita antropométrica no antebraço e, utilizando a técnica da mão cruzada, move-se a fita antropométrica ao longo do antebraço, para identificar o ponto de maior circunferência, geralmente no terço superior do antebraço, bem próximo à prega do cotovelo.

### ***Punho***



O perímetro de punho corresponde à circunferência mínima identificada nesse segmento anatômico. O avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal equilibrado igualmente entre ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, os membros superiores pendentes ao lado do corpo; contudo, com o cotovelo do lado direito fletido em 90 graus e com a palma da mão voltada para cima. A musculatura não deverá estar em contração. O antropometrista deverá colocar-se em pé, à

frente do avaliado. Para efetuar a medida passa-se a fita antropométrica em torno do punho, de baixo para cima, ajustando-a na região imediatamente após, no sentido distal, os processos estiloides do rádio e da ulna.

### ***Cintura***



O perímetro de cintura corresponde à circunferência do contorno desse segmento anatômico no ponto médio entre a última costela e a crista-ílica. Para sua medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os membros superiores pendentes ao longo do corpo com leve abdução que permita a passagem da fita antropométrica ao redor da cintura, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal dividido igualmente em ambos os pés e a cabeça orientada no plano de Frankfurt. O antropometrista deverá colocar-se em pé, à frente do avaliado. Para efetuar a medida passa-se a fita antropométrica em torno da cintura do avaliado de trás para frente, no ponto coincidente com a distância média entre a última costela e a crista-ílica, tendo-se o cuidado de manter a fita antropométrica no plano horizontal. O avaliado deve respirar normalmente, e a leitura da medida é realizada no final de uma expiração, sem compressão da pele.

### ***Abdome***



O perímetro de abdome corresponde à circunferência do maior contorno desse segmento anatômico. Para sua medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os

membros superiores pendentes ao longo do corpo com leve abdução que permita a passagem da fita antropométrica ao redor do abdome, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal dividido igualmente em ambos os pés e a cabeça orientada no plano de Frankfurt. O antropometrista deverá colocar-se em pé, à frente do avaliado. Para efetuar a medida passa-se a fita antropométrica em torno do abdome do avaliado de trás para frente, no ponto coincidente com a maior circunferência da região abdominal, geralmente à altura da cicatriz umbilical, tendo-se o cuidado de manter a fita antropométrica no plano horizontal. O avaliado deve respirar normalmente, e a leitura da medida é realizada no final de uma expiração, sem compressão da pele.

### *Quadril*



O perímetro de quadril corresponde à circunferência do contorno desse segmento anatômico no ponto de maior volume das nádegas. Para sua medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, de forma ereta, com os membros superiores pendentes ao longo do corpo, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal dividido igualmente em ambos os pés e a cabeça orientada no plano de Frankfurt. O antropometrista deverá colocar-se em pé, lateralmente à direita do avaliado. Para efetuar a medida passa-se a fita antropométrica em torno do quadril do avaliado de trás para frente, no nível de maior protuberância posterior dos glúteos, tendo-se o cuidado de manter a fita antropométrica no plano horizontal. A leitura da medida é realizada sem compressão da pele.

### *Coxa proximal*



O perímetro de coxa proximal corresponde à circunferência do contorno desse segmento anatômico em sua porção proximal. Para sua medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os membros superiores pendentes ao lado do corpo, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas e as coxas afastadas o suficiente para que seja possível manusear livremente a fita antropométrica. O antropometrista deverá colocar-se agachado lateralmente à direita do avaliado. O ponto de referência anatômica é assinalado na porção mais próxima da prega glútea. Para efetuar a medida passa-se a fita antropométrica em torno da coxa do avaliado, de forma que esta coincida com o ponto assinalado, tendo-se o cuidado de manter a fita antropométrica no plano horizontal e perpendicular ao eixo longitudinal da coxa. A leitura da medida é realizada na face lateral da coxa e sem compressão da pele.

### *Coxa medial*



O perímetro de coxa medial corresponde à circunferência do contorno desse segmento anatômico em sua porção medial. Para sua medida o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os membros superiores pendentes ao lado do corpo, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas e as coxas afastadas o suficiente para que seja possível manusear livremente a fita antropométrica. O antropometrista deverá colocar-se agachado lateralmente à direita do avaliado. Para identificar

o ponto de referência anatômica, devem ser definidas e assinaladas as protuberâncias mais superior do grande trocântero e súpero-lateral da tíbia. Na sequência, com auxílio da fita antropométrica determina-se a distância entre os pontos e assinala-se o ponto equivalente à distância média entre ambos. Para efetuar a medida passa-se a fita antropométrica em torno da coxa do avaliado, de forma que esta coincida com o ponto assinalado, tendo-se o cuidado de manter a fita antropométrica no plano horizontal e perpendicular ao eixo longitudinal da coxa. A leitura da medida é realizada na face lateral da coxa e sem compressão da pele.

### ***Panturrilha medial***



O perímetro de panturrilha medial corresponde à circunferência do contorno desse segmento anatômico no ponto de maior volume geminal. Para sua medida o avaliado deverá colocar-se em cima de uma banqueta, para facilitar o antropometrista no alinhamento dos olhos com a fita antropométrica. Sobre a banqueta, o avaliado posiciona-se em pé, em posição ereta, os membros superiores pendentes ao lado do corpo, os pés afastados à largura dos quadris, a cabeça orientada no plano de Frankfurt e o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas. O antropometrista deverá colocar-se em pé, lateralmente à direita do avaliado. O ponto de referência anatômica é assinalado na porção de maior volume geminal. Para efetuar a medida passa-se a fita antropométrica em torno da perna do avaliado, de forma que esta coincida com o ponto assinalado, tendo-se o cuidado de manter a fita antropométrica no plano horizontal e perpendicular ao eixo longitudinal da perna. A leitura da medida é realizada na face lateral da perna e sem compressão da pele.

## *Tornozelo*



O perímetro de tornozelo corresponde à circunferência do contorno desse segmento anatômico no ponto mais estreito próximo ao eixo dos maléolos. Para sua medida o avaliado deverá colocar-se em cima de uma banqueta, para facilitar o antropometrista no alinhamento dos olhos com a fita antropométrica. Sobre a banqueta, o avaliado posiciona-se em pé, em posição ereta, os membros superiores pendentes ao lado do corpo, os pés afastados à largura dos quadris, a cabeça orientada no plano de Frankfurt e o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas. O antropometrista deverá colocar-se em pé, lateralmente à direita do avaliado. O ponto de referência anatômica é assinalado no ponto superior mais estreito do maléolo da tíbia. Para efetuar a medida passa-se a fita antropométrica em torno do tornozelo do avaliado, de forma que esta coincida com o ponto assinalado, tendo-se o cuidado de manter a fita antropométrica no plano horizontal e perpendicular ao eixo longitudinal da perna. A leitura da medida é realizada na face lateral da perna e sem compressão da pele.

## **Espessura de dobras cutâneas**

### *Bicipital*



Para a medida da dobra cutânea bicipital o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente entre

ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, os membros superiores pendentes ao lado do corpo; contudo, com o braço e o antebraço do lado direito discretamente afastados do corpo e com a mão em posição de pronação, ou seja, com a palma da mão voltada para frente. O antropometrista deverá colocar-se de pé, em posição ântero-lateral em relação ao avaliado. A referência anatômica para medida de espessura da dobra cutânea bicipital é definida paralelamente ao eixo longitudinal do braço em sua face anterior, na linha acromial radial média. A dobra cutânea deverá ser pinçada verticalmente, acompanhando o sentido anatômico do músculo bicipital.

### ***Tricipital***



Para a medida da dobra cutânea tricipital o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt e os membros superiores pendentes ao lado do corpo com discreta rotação medial da articulação do ombro direito. O antropometrista deverá colocar-se de pé, atrás do avaliado. A referência anatômica para medida de espessura da dobra cutânea tricipital é definida paralelamente ao eixo longitudinal do braço em sua face posterior, na distância média entre o bordo súpero-lateral do acrômio e o processo do olécrano da ulna. A dobra cutânea deverá ser pinçada verticalmente, acompanhando o sentido anatômico do músculo tricipital.

### ***Subescapular***

Para a medida da dobra cutânea subescapular o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt e os membros superiores pendentes ao lado do corpo. O antropometrista deverá colocar-se de pé, atrás do avaliado. A

referência anatômica para medida de espessura da dobra cutânea subescapular é definida cerca de 2 centímetros abaixo do ângulo inferior da escápula. Na tentativa de facilitar a identificação do ponto anatômico deve-se orientar o avaliado a executar abdução e flexão do braço direito para trás, o que o obriga a correspondente levantamento da escápula. A dobra cutânea deverá ser pinçada obliquamente ao eixo longitudinal, no sentido descendente e lateral, formando ângulo aproximadamente de 45 graus, o que equivale à orientação dos arcos costais.

### ***Peitoral***



Para a medida da dobra cutânea peitoral o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt e os membros superiores pendentes ao lado do corpo. O antropometrista deverá colocar-se de pé, em posição ântero-lateral em relação ao avaliado. A referência anatômica para medida de espessura da dobra cutânea peitoral é definida no ponto correspondente ao primeiro terço da linha imaginária entre axila anterior e o mamilo. A dobra cutânea deverá ser pinçada obliquamente ao eixo longitudinal, em ângulo de aproximadamente 45 graus.



### *Axilar-média*



Para a medida da dobra cutânea axilar-média o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, os membros superiores pendentes ao lado do corpo; contudo, com o braço direito ligeiramente abduzido e flexionado ao lado do corpo. O antropometrista deverá colocar-se de pé, em posição ântero-lateral em relação ao avaliado. A referência anatômica para medida de espessura da dobra cutânea axilar-média é definida no ponto de intersecção do prolongamento da linha axilar-média com uma linha imaginária horizontal que passa pelo nível de junção xifoesternal. A dobra cutânea deverá ser pinçada no sentido oblíquo, acompanhando o sentido dos arcos intercostais.

### *Supra-espinhal*



Para a medida da dobra cutânea supra-espinhal o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, os membros superiores

pendentes ao lado do corpo; contudo, com o braço direito levemente afastado para trás, procurando não influenciar o antropometrista na obtenção da medida. O antropometrista deverá colocar-se de pé, em posição ântero-lateral em relação ao avaliado. A referência anatômica para medida de espessura da dobra cutânea supra-espinal é definida no ponto de intersecção da linha horizontal que vai da borda superior do ílio ao nível crista-ilíaca até o prolongamento da linha axilar-anterior. A dobra cutânea deverá ser pinçada no sentido oblíquo, em ângulo de aproximadamente 45 graus.

### *Supra-ilíaca*



Para a medida da dobra cutânea supra-ilíaca o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, os membros superiores pendentes ao lado do corpo; contudo, com o braço direito levemente afastado para trás, procurando não influenciar o antropometrista na obtenção da medida. O antropometrista deverá colocar-se de pé, em posição ântero-lateral em relação ao avaliado. A referência anatômica para medida de espessura da dobra cutânea supra-ilíaca é definida acima da crista-ilíaca ântero-superior, no ponto de intersecção do prolongamento da linha axilar média. A dobra cutânea deverá ser pinçada no sentido oblíquo, em ângulo de aproximadamente 45 graus.

### *Abdominal*



Para a medida da dobra cutânea abdominal o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, o peso corporal distribuído igualmente entre ambas as pernas, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, os membros superiores pendentes ao lado do corpo. O antropometrista deverá colocar-se de pé, à frente do avaliado. A referência anatômica para medida de espessura da dobra cutânea abdominal é definida em um ponto localizado a aproximadamente 2 centímetros à direita e um centímetro abaixo do ônfalo, ou seja, ponto médio da cicatriz umbilical. A dobra cutânea deverá ser pinçada no sentido paralelo ao eixo longitudinal do corpo. A leitura da medida é realizada com o abdômen relaxado ao final de uma expiração normal, com o cuidado de não introduzir a haste do compasso ou a ponta do dedo da mão do antropometrista no interior do umbigo.

### *Coxa proximal*



Para a medida da dobra cutânea de coxa proximal o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, a cabeça orientada no plano de Frankfurt,

os membros superiores pendentes ao lado do corpo; contudo, com a perna direita deslocada ligeiramente à frente, com o joelho semi-flexionado e o peso corporal sustentado quase totalmente sobre a perna esquerda. O antropometrista deverá colocar-se de pé, do lado direito e em posição ântero-lateral em relação ao avaliado. A referência anatômica para medida de espessura da dobra cutânea de coxa proximal é definida sobre o músculo do reto femural, no terço superior da distância entre o ligamento inguinal e o bordo superior da rótula. A dobra cutânea deverá ser pinçada paralelamente ao eixo longitudinal da perna, acompanhando o sentido anatômico dos músculos de coxa.

### ***Coxa medial***



Para a medida da dobra cutânea de coxa medial o avaliado deverá posicionar-se em pé, em posição ereta, os pés afastados à largura dos quadris, a cabeça orientada no plano de Frankfurt, os membros superiores pendentes ao lado do corpo; contudo, com a perna direita deslocada ligeiramente à frente, com o joelho semi-flexionado e o peso corporal sustentado quase totalmente sobre a perna esquerda. O antropometrista deverá colocar-se de pé, do lado direito e em posição ântero-lateral em relação ao avaliado. A referência anatômica para medida de espessura da dobra cutânea de coxa medial é definida sobre o músculo do reto femural, no ponto médio da distância entre o ligamento inguinal e o bordo superior da rótula. A dobra cutânea deverá ser pinçada paralelamente ao eixo longitudinal da perna, acompanhando o sentido anatômico dos músculos de coxa.

### *Panturrilha medial*



Para a medida da dobra cutânea de panturrilha medial o avaliado deverá posicionar-se sentado, com o quadril e os joelhos flexionados a 90 graus, os pés apoiados no solo e com ambas as pernas afastadas lateralmente, procurando não influenciar o antropometrista na obtenção da medida. O antropometrista agacha-se de frente para o avaliado. A referência anatômica para medida de espessura da dobra cutânea de panturrilha medial é definida no lado medial da panturrilha no nível de maior volume geminal. A dobra cutânea deverá ser pinçada paralelamente ao eixo longitudinal da perna, com o polegar do antropometrista apoiado ao bordo medial da tíbia.

## **Uso das Medidas Antropométricas**

### **Crescimento físico**

Apesar de ser possível estabelecer ilimitada sequência de medidas antropométricas na tentativa de traduzir o crescimento físico, especialistas da área apontam unanimemente a estatura e o peso corporal como principais indicadores. Essa posição se justifica considerando que a estatura e o peso corporal caracterizam-se como principais indicadores antropométricos associados às variações das dimensões lineares e à massa de todo o corpo. Em vista disso, para a maioria dos interesses voltados à monitoração do crescimento físico sugere-se utilizar informações sobre o peso corporal para idade e sexo (peso corporal//idade), a estatura para idade e sexo (estatura//idade) e o peso corporal para estatura e sexo (peso corporal//estatura).

Com relação à análise das medidas antropométricas associadas ao crescimento físico, informações a respeito da estatura e do peso corporal devem ser analisadas e interpretadas

pela confrontação com dados normativos, envolvendo referenciais idealizados com base em distribuição de percentis; ou ainda, por intermédio de estimativas do escore “z”, com informações sobre a média e o desvio-padrão de acordo com sexo e idade.

Nesse particular, referenciais normativos são propostos com base em levantamentos populacionais cujos sujeitos têm oportunidade de desenvolver plenamente todo o potencial de crescimento físico sem agressões ambientais significativas que possam interferir negativamente nesse processo. Neste particular, os referenciais normativos voltados à monitoração do crescimento físico apresentados pela Organização Mundial da Saúde são os mais utilizados.

Para estabelecer aproximações entre as medidas antropométricas e os pontos específicos na distribuição de percentis, o primeiro passo é definir o grupo etário a que pertence o jovem. Para tanto, baseando-se na data de realização das medidas antropométricas e na data de nascimento do jovem, determina-se a idade na forma de anos e meses, centralizando-se em frações de 6 meses. Por exemplo: o grupo etário de 7 anos é formado tomando-se esta idade cronológica como porção intermediária e agrupando-se as idades de 6 anos e 9 meses até 7 anos e 2 meses. No caso do grupo etário de 7,5 anos, reúnem-se idades entre 7 anos e 3 meses e 7 anos e 8 meses. O grupo etário de 8 anos é formado pelas idades de 7 anos e 9 meses e 8 anos e 2 meses, e assim sucessivamente.

Relativamente à análise das medidas de estatura e de peso corporal diante das distribuições de percentis, considera-se que, na população de mesma idade cronológica e mesmo sexo, suas dimensões apresentam distribuição estatística normal ou Gaussiana, ou muito próxima desta, ou seja, com valores medianos (ou centrais) equivalentes aos de maior ocorrência e com valores extremos ocorrendo mais raramente. Desse modo, valores de referência próximos ao percentil 50 deverão corresponder às medidas mais frequentemente observadas e, por sua vez, oferecer indicações sobre o crescimento esperado. Valores de referência equivalentes aos percentis próximos de 75 representam oscilações associadas ao crescimento físico mais elevado, e valores de referência equivalentes aos percentis próximos de 25, crescimento físico mais baixo. E, valores de referência acima do percentil 95 e abaixo do percentil 5 oferecem indicações de crescimento físico extremo. No que concerne à distribuição de percentis, essa pode estar disposta sob a forma de tabelas, ou ainda sob a forma de representação gráfica com apresentação de curvas ajustadas por modelos matemáticos de valores correspondentes aos pontos de distribuição de percentis.

Por outro lado, evidências associadas ao escore “z” permitem conhecer múltiplos ou frações de desvios-padrão em que as medidas de estatura e de peso corporal do jovem se separam do valor médio de referência. Nesses casos, considera-se que aqueles jovens com medidas de estatura e de peso corporal equivalentes a  $-1$  ou  $+1$  valor de “z” apresentam indicações de crescimento físico esperado em relação aos referenciais normativos considerados. As medidas de estatura e de peso corporal correspondentes aos valores de escores “z” entre a primeira e a segunda unidade positiva de desvio-padrão apresentam indicações de crescimento físico localizado entre os percentis 75 e 95; entre a primeira e a segunda unidade negativa de desvio-padrão, percentis entre 25 e 5. Valores de “z” equivalentes a mais ou a menos dois desvios-padrão oferecem indicações de crescimento físico extremo.

Para utilizar referenciais normativos expressos por representação gráfica, as chamadas curvas de crescimento físico, medidas equivalentes à estatura e ao peso corporal deverão ser plotadas diretamente em um sistema de eixos cartesianos mediante interpolação entre idade do jovem (eixo horizontal) e suas dimensões (eixo vertical). No caso de informações associadas ao peso corporal para estatura, assinala-se no gráfico o ponto coincidente entre a medida de estatura (eixo horizontal) e a medida de peso corporal (eixo vertical). Na sequência, estabelece-se a localização das medidas apresentadas pelo jovem nos diferentes canais de crescimento físico ( $< P5$ ;  $P5 - P10$ ;  $P10 - P25$ ;  $P25 - P50$ ;  $P50 - P75$ ;  $P75 - P90$ ;  $P90 - P95$ ;  $> P95$ ).

Chama-se a atenção para o fato dos referenciais normativos relacionados ao peso corporal para estatura serem empregados somente durante período de crescimento físico em que a distribuição do peso corporal para estatura torna-se independente do estágio de maturação biológica, o que ocorre tão-somente durante o período pré-púbere. Ao iniciar a puberdade, torna-se desaconselhável utilizar informações sobre o peso corporal para estatura na análise do crescimento físico, por conta de implicações com eventuais desencontros entre aspectos maturacionais e morfológicos.

Por outro lado, referenciais normativos dispostos sob a forma de tabelas proporcionam visualização mais detalhada sobre o perfil do crescimento físico do jovem na medida em que permitem estabelecer maior aproximação entre a medida observada e os pontos específicos da distribuição de percentis.

Para exemplificar a sequência dos procedimentos empregados na análise do crescimento físico, supõe-se, hipoteticamente, um rapaz com as características:

Data da avaliação: 18/02/2017

Data de nascimento: 10/10/2009

Estatura: 120,8cm

Peso corporal: 22,3kg

Primeiro passo é definir a idade do jovem. Considerando que as medidas de estatura e peso corporal foram realizadas em 18 de fevereiro de 2017 e sua data de nascimento é 10 de outubro de 2009, naquele momento o jovem tinha idade equivalente a 7 anos e 4 meses. Portanto, neste caso, para efeito de localização de suas medidas na tabela de distribuição de percentis, assume-se que o jovem em questão pertence ao grupo etário de 7 anos e meio.

Na sequência, identificam-se, na distribuição de percentis, os pontos equivalentes aos valores imediatamente acima e abaixo da medida observada. Para o caso específico, a medida de estatura foi equivalente a 120,8 cm; portanto, localizada acima do valor da tabela equivalente ao percentil 10 (118,04 cm), e abaixo do valor equivalente ao percentil 25 (121,37 cm).

Depois, calcula-se a amplitude entre os valores da tabela equivalentes aos percentis superior e inferior. Neste caso, 121,37 centímetros menos 118,04 centímetros, o que corresponde a 3,33 centímetros.

Na sequência, determina-se a quantidade de centis possíveis entre os percentis superior e inferior. Neste caso, entre o percentil 25 e 10 são possíveis localizar 15 centis.

Como a amplitude entre os valores da tabela equivalentes aos percentis 25 e 10 corresponde a 3,33 centímetros, e a quantidade de centis possíveis entre ambos os percentis é 15 centis, a proporção é de 0,222 centímetro por cada centil.

Continuando, o valor da tabela equivalente ao percentil superior é 121,37 centímetros, ou seja, 0,57 centímetro superior a medida de estatura do jovem equivalente a 120,8 centímetros.

Assim, como a proporção é de 0,222 centímetro por cada centil, a diferença de 0,57 centímetro entre o valor da tabela equivalente ao percentil superior e a medida de estatura do



jovem corresponde a 2,6 centis.

Portanto, a posição percentilar ocupada pela medida de estatura do jovem corresponde ao percentil 22,4.

$$121,37\text{cm} - 118,04\text{cm} = 3,33\text{cm}$$

$$3,33\text{cm} : 15 \text{ centis} = 0,222\text{cm/centil}$$

$$121,37\text{cm} - 120,8\text{cm} = 0,57\text{cm}$$

$$0,57\text{cm} : 0,222\text{cm/centil} = 2,6 \text{ centis}$$

$$25 \text{ centis} - 2,6 \text{ centis} = 22,4 \text{ centis}$$

Utilizando-se do mesmo procedimento de interpolação, a medida de peso corporal de 22,3 kg, aponta posição percentilar corresponde ao percentil 26,2.

$$24,43\text{kg} - 22,19\text{kg} = 2,24\text{kg}$$

$$2,24\text{kg} : 25 \text{ centis} = 0,0896\text{kg/centil}$$

$$24,43\text{kg} - 22,3\text{kg} = 2,13\text{kg}$$

$$2,13 : 0,0896\text{kg/centil} = 23,8 \text{ centis}$$

$$50 \text{ centis} - 23,8 \text{ centis} = 26,2 \text{ centis}$$

No caso das medidas de peso corporal para estatura, assume-se posição percentilar correspondente ao percentil 48.

$$22,39\text{kg} - 21,26\text{kg} = 1,13\text{kg}$$

$$1,13\text{kg} : 25 \text{ centis} = 0,0452\text{kg/centil}$$

$$22,39\text{kg} - 22,3\text{kg} = 0,09\text{kg}$$

$$0,09\text{kg} : 0,045\text{kg/centil} = 2,0 \text{ centis}$$

$$50 \text{ centis} - 2,0 \text{ centis} = 48 \text{ centis}$$

Ao analisar o crescimento físico do jovem mediante estimativa dos escores “z”, inicialmente, subtrai-se a medida de estatura do jovem (o que corresponde a 120,8 cm) do valor da mediana equivalente à referência normativa para sexo e idade (o que corresponde a

125,13 cm). Na sequência, ao dividir pelo valor do desvio-padrão da referência normativa (5,6 cm), encontra-se a dimensão do escore “z” para estatura, o que equivale a 0,77 negativo:

$$\text{Escore "z"} = \frac{\text{Medida observada} - \text{Média da referência normativa}}{\text{Desvio-padrão da referência normativa}}$$

$$\frac{120,8\text{cm} - 125,13\text{cm}}{5,6\text{cm}} \quad \therefore \quad \frac{-4,33\text{cm}}{5,6\text{cm}} \quad \therefore \quad -0,77$$

Ao tratar a medida de peso corporal do jovem (o que corresponde a 22,3 kg), encontra-se uma dimensão para o escore “z” equivalente a 0,58, também em unidade negativa.

$$\frac{22,3\text{kg} - 24,43\text{kg}}{3,7\text{kg}} \quad \therefore \quad \frac{-2,13\text{kg}}{3,7\text{kg}} \quad \therefore \quad -0,58$$

No caso do peso corporal para estatura, o valor calculado do escore “z” foi a que mais se aproximou da referência considerada, ou seja, 0,05 em unidade negativa.

$$\frac{22,3\text{kg} - 22,39\text{kg}}{1,92\text{kg}} \quad \therefore \quad \frac{-0,09\text{kg}}{1,92\text{kg}} \quad \therefore \quad -0,05$$

Desse modo, considerando os referenciais normativos sugeridos pela Organização Mundial da Saúde, assume-se que as medidas de estatura e peso corporal do jovem tratado no exemplo se localizam nos limites de percentis 25 – 75 e escore “z” entre –1 e +1. Portanto, oferecem indicações sobre um perfil de crescimento físico esperado.

### **Maturação Morfológica**

Observações da maturação morfológica implicam necessariamente no envolvimento de medidas antropométricas que procuram oferecer informações relacionadas ao crescimento físico, particularmente no que se refere à estatura, seus segmentos (altura tronco-cefálica e comprimento de membro inferior) e peso corporal.

Registros na literatura apresentam três opções em que as medidas antropométricas podem ser empregadas como indicadores de maturação morfológica. A primeira, mediante verificação da idade, em meses e anos, com que a estatura do jovem se iguala à estatura esperada para sua idade e sexo, indicada por dados de referência normativa relacionada ao crescimento físico. Suponha-se, hipoteticamente, um rapaz com 10 anos de idade e medida de estatura equivalente a 131cm. Ao recorrer à referência normativa para crescimento estatural

sugerida pela Organização Mundial da Saúde, verifica-se que a estatura esperada para o mesmo sexo e idade é 138,8cm, e que a idade equivalente à medida de estatura apresentada pelo jovem corresponde a 8 anos e meio. Logo, o jovem em questão demonstra maturação morfológica tardia, com defasagem próxima de um ano e meio (10 anos versus 8 anos e meio).

A identificação da idade com que ocorre o pico máximo de velocidade de crescimento da estatura (PVE) tem-se caracterizado como outra opção associada à maturação morfológica. Por esse recurso, admitindo que o pico máximo de velocidade de crescimento da estatura se caracteriza como indicador do momento em que ocorre o crescimento máximo da estatura do jovem, neste caso, a maturação morfológica é analisada em unidades de tempo, expressas em meses e anos, antes e após a idade de ocorrência do pico máximo de velocidade de crescimento da estatura. Para tanto, torna-se necessário envolver o jovem em sucessivas medidas de estatura por vários anos, em intervalos de tempo regulares — a cada 3-4 meses aproximadamente, o que solicita a reunião de dados longitudinais da estatura do jovem por anos consecutivos. Contudo, em observações transversais, quando se tem medidas antropométricas do jovem em apenas um único momento, recorre-se a modelos matemáticos capaz de predizer a distância em anos e meses, em que o jovem se encontra, antes ou após de sua idade de ocorrência do pico máximo de velocidade de crescimento da estatura (PVE).

Moças

$$\begin{aligned}
 \text{PVE} = & - 9,376 \\
 & + 0,0001882 \times [\text{CP} \times \text{ATC}] \\
 & + 0,0022 \times [\text{Idade} \times \text{CP}] \\
 & + 0,005841 \times [\text{Idade} \times \text{ATC}] \\
 & + 0,003658 \times [\text{Idade} \times \text{Peso}] \\
 & + 0,07693 \times [(\text{peso}/\text{Estatura})100]
 \end{aligned}$$

Rapazes

$$\begin{aligned}
 \text{PVE} = & - 9,236 \\
 & + 0,0002708 \times [\text{CP} \times \text{ATC}] \\
 & - 0,001663 \times [\text{Idade} \times \text{CP}] \\
 & + 0,007216 \times [\text{Idade} \times \text{ATC}] \\
 & + 0,02292 \times [(\text{peso}/\text{Estatura})100]
 \end{aligned}$$

Onde:

CP = Comprimento de perna (cm)

ATC = Altura tronco-cefálica (cm)

Idade = Idade em fração milesimal (anos)

Peso = Peso corporal (kg)

Estatura = Estatura (cm)

Para exemplificar a sequência dos procedimentos empregados para estimar a distância em que um rapaz se encontra de sua idade de ocorrência do pico máximo de velocidade de crescimento da estatura, supõe-se, hipoteticamente, os dados:

Idade: 13,5 anos

Estatura: 158,2 cm

Peso corporal: 51,3 kg

Comprimento de perna: 82,3 cm

Altura tronco-cefálica: 72,9 cm

$$\begin{array}{rcl}
 \text{PVE} & - 9,236 & - 9,236 & - 9,236 \\
 = & + 0,0002708 \times [\text{CP} \times \text{ATC}] & + 0,0002708 \times [82,3 \times 72,9] & + 1,6247 \\
 & - 0,001663 \times [\text{Idade} \times \text{CP}] & - 0,001663 \times [13,5 \times 82,3] & - 1,8477 \\
 & + 0,007216 \times [\text{Idade} \times \text{ATC}] & + 0,007216 \times [13,5 \times 72,9] & + 7,1016 \\
 & + 0,02292 \times [(\text{peso}/\text{Estatura})100] & + 0,02292 \times [(51,3/158,2)100] & + 0,0001 \\
 & & & \text{PVE} = -2,4 \text{ anos}
 \end{array}$$

Desse modo, mediante estimativa envolvendo medidas antropométricas, assume-se que o jovem tratado no exemplo apresenta uma maturação morfológica tardia, equivalente a dois anos e quatro meses do seu pico máximo de velocidade de crescimento da estatura.

A terceira opção empregada para análise da maturação morfológica refere-se à determinação da proporção da medida de estatura presente do jovem, estabelecida em determinada idade, em relação à própria medida da estatura adulta predita. Essa técnica obviamente requer conhecimento da medida de estatura adulta predita do jovem, a qual é estimada por intermédio de modelos matemáticos que envolvem dados sobre a estatura dos pais. Nesse caso, chama-se atenção para o fato de que todo processo de predição deverá gerar erro de estimativa associado; portanto, na determinação da estatura adulta predita não se pode deixar de reconhecer eventual presença desses erros de estimativa de alguma magnitude.

O prognóstico sobre a estatura adulta com o emprego de modelos matemáticos pode ser estabelecido com o uso das medidas de estatura ( $X_1$ ), peso corporal ( $X_2$ ), média das medidas de estatura dos pais biológicos ( $X_3$ ) e idade em fração milesimal do jovem no momento da observação ( $X_4$ ). A medida de estatura do jovem deverá ser corrigida mediante a adição de 1,25cm, por conta da diferença entre as medidas de estatura em pé e em supinação. Porém, não é o caso da média das medidas de estatura dos pais, em que o modelo matemático considera medidas realizadas com o sujeito na posição ortostática.

A estatura adulta predita deverá corresponder a um modelo de regressão linear cujos coeficientes de ajustes para cada variável são apresentados mediante tabelas, tendo em conta a idade cronológica e o sexo do jovem:

$$\text{Estatura Adulta Predita (cm)} = \beta + mX_1 + mX_2 + mX_3 + mX_4$$

$\beta$ : constante de interseção do modelo de regressão apresentado na tabela;

$mX_1$ : produto entre o coeficiente de ajuste  $\beta_{\text{estatura}}$ , apresentado na tabela, e a estatura do jovem no momento da observação corrigida pela adição de 1,25cm;

$mX_2$ : produto entre o coeficiente de ajuste  $\beta_{\text{peso corporal}}$ , apresentado na tabela, e o peso corporal do jovem no momento da observação;

$mX_3$ : produto entre o coeficiente de ajuste  $\beta_{\text{estatura/pais}}$ , apresentado na tabela, e a média das estaturas do pai e da mãe biológicos; e

$mX_4$ : produto entre o coeficiente de ajuste  $\beta_{\text{idade}}$ , apresentado na tabela, e a idade expressa em fração milesimal do jovem no momento da observação.

Valores dos coeficientes de ajustes empregados em estimativas associadas às medidas da estatura adulta direcionadas à análise da maturação morfológica:

Idade		$\beta$		$\beta_{\text{estatura}}$		$\beta_{\text{peso}}$		$\beta_{\text{estatura/pais}}$		$\beta_{\text{idade}}$	
Anos	Meses	Moças	Rapazes	Moças	Rapazes	Moças	Rapazes	Moças	Rapazes	Moças	Rapazes
1	0	21,729	1,632	1,087	0,966	-0,271	0,199	0,386	0,606	0,434	-0,673
	1	21,339	0,428	1,096	0,990	-0,306	0,150	0,380	0,597	0,312	-0,582
	2	20,992	-0,730	1,104	1,012	-0,338	0,122	0,373	0,588	0,199	-0,497
	3	20,684	-1,841	1,112	1,032	-0,369	0,086	0,367	0,580	0,094	-0,417
	4	20,411	-2,904	1,120	1,052	-0,399	0,051	0,361	0,573	-0,002	-0,341
	5	20,170	-3,921	1,127	1,070	-0,428	0,017	0,355	0,565	-0,091	-0,271
	6	19,957	-4,892	1,134	1,086	-0,455	-0,016	0,349	0,559	-0,172	-0,205
	7	19,771	-5,816	1,141	1,102	-0,482	-0,047	0,343	0,552	-0,246	-0,143
	8	19,607	-6,695	1,147	1,116	-0,506	-0,077	0,337	0,546	-0,313	-0,086
	9	19,463	-7,528	1,153	1,130	-0,530	-0,016	0,332	0,540	-0,374	-0,033
	10	19,338	-8,317	1,159	1,142	-0,552	-0,134	0,326	0,534	-0,429	0,016
2	11	19,228	-9,062	1,165	1,153	-0,574	-0,160	0,321	0,528	-0,479	0,062
	0	19,131	-9,764	1,170	1,163	-0,594	-0,186	0,316	0,523	-0,523	0,104
	1	19,046	-10,424	1,175	1,173	-0,613	-0,210	0,311	0,518	-0,562	0,143
	2	18,971	-11,041	1,179	1,181	-0,631	-0,233	0,306	0,513	-0,596	0,178
	3	18,905	-11,618	1,183	1,189	-0,648	-0,256	0,301	0,509	-0,625	0,211
	4	18,845	-12,155	1,188	1,196	-0,664	-0,277	0,296	0,504	-0,651	0,240
	5	18,790	-12,653	1,191	1,202	-0,679	-0,297	0,291	0,500	-0,672	0,267
6	18,740	-13,114	1,195	1,207	-0,693	-0,316	0,287	0,496	-0,690	0,291	

	7	18,693	-13,537	1,198	1,212	-0,705	-0,335	0,283	0,492	-0,705	0,313
	8	18,648	-13,925	1,201	1,216	-0,717	-0,352	0,278	0,489	-0,716	0,332
	9	18,604	-14,278	1,204	1,219	-0,729	-0,369	0,274	0,485	-0,725	0,349
	10	18,561	-14,597	1,206	1,222	-0,739	-0,384	0,270	0,482	-0,731	0,364
	11	18,518	-14,884	1,208	1,225	-0,748	-0,399	0,266	0,479	-0,735	0,377
3	0	18,474	-15,139	1,210	1,227	-0,757	-0,413	0,262	0,475	-0,736	0,388
	1	18,430	-15,364	1,212	1,228	-0,764	-0,426	0,258	0,472	-0,736	0,397
	2	18,384	-15,561	1,213	1,229	-0,771	-0,439	0,255	0,469	-0,733	0,404
	3	18,337	-15,729	1,215	1,230	-0,777	-0,450	0,251	0,466	-0,729	0,410
	4	18,288	-15,872	1,215	1,230	-0,782	-0,461	0,248	0,464	-0,724	0,414
	5	18,238	-15,989	1,216	1,230	-0,787	-0,471	0,244	0,461	-0,718	0,417
	6	18,187	-16,081	1,217	1,229	-0,791	-0,481	0,241	0,458	-0,711	0,419
	7	18,133	-16,151	1,217	1,229	-0,794	-0,489	0,238	0,456	-0,702	0,419
	8	18,079	-16,200	1,217	1,228	-0,796	-0,497	0,235	0,453	-0,694	0,418
	9	18,024	-16,228	1,217	1,226	-0,798	-0,505	0,232	0,451	-0,684	0,417
	10	17,968	-16,236	1,217	1,225	-0,799	-0,512	0,229	0,448	-0,675	0,414
	11	17,911	-16,227	1,216	1,223	-0,800	-0,518	0,227	0,446	-0,665	0,410
4	0	17,855	-16,201	1,215	1,221	-0,800	-0,523	0,224	0,444	-0,655	0,405
	1	17,799	-16,160	1,214	1,219	-0,800	-0,528	0,221	0,442	-0,645	0,400
	2	17,744	-16,104	1,213	1,217	-0,798	-0,533	0,219	0,439	-0,635	0,394
	3	17,691	-16,034	1,212	1,214	-0,797	-0,537	0,217	0,437	-0,626	0,387
	4	17,640	-15,953	1,210	1,212	-0,795	-0,540	0,215	0,435	-0,617	0,379
	5	17,592	-15,860	1,208	1,209	-0,792	-0,543	0,212	0,433	-0,608	0,371
	6	17,548	-15,758	1,206	1,206	-0,789	-0,546	0,210	0,431	-0,600	0,363
	7	17,508	-15,646	1,204	1,203	-0,785	-0,548	0,209	0,428	-0,593	0,354
	8	17,473	-15,527	1,202	1,200	-0,781	-0,549	0,207	0,426	-0,587	0,344
	9	17,444	-15,400	1,199	1,197	-0,777	-0,550	0,205	0,424	-0,582	0,335
	10	17,421	-15,268	1,196	1,194	-0,772	-0,551	0,203	0,422	-0,577	0,324
	11	17,405	-15,131	1,194	1,191	-0,767	-0,551	0,202	0,420	-0,574	0,314
5	0	17,398	-14,990	1,190	1,188	-0,761	-0,551	0,200	0,418	-0,571	0,303
	1	17,399	-14,846	1,187	1,185	-0,755	-0,550	0,199	0,416	-0,570	0,292
	2	17,410	-14,699	1,184	1,182	-0,749	-0,549	0,198	0,414	-0,570	0,281
	3	17,431	-14,551	1,180	1,179	-0,742	-0,548	0,197	0,412	-0,572	0,269
	4	17,464	-14,403	1,176	1,176	-0,735	-0,547	0,195	0,410	-0,574	0,258
	5	17,509	-14,254	1,172	1,173	-0,728	-0,545	0,194	0,408	-0,578	0,246
	6	17,567	-14,106	1,168	1,169	-0,721	-0,543	0,193	0,406	-0,584	0,234
	7	17,639	-13,959	1,164	1,166	-0,713	-0,540	0,193	0,404	-0,591	0,222
	8	17,725	-13,815	1,159	1,163	-0,705	-0,538	0,192	0,402	-0,599	0,210
	9	17,826	-13,672	1,155	1,160	-0,697	-0,535	0,191	0,400	-0,609	0,198
	10	17,943	-13,533	1,150	1,157	-0,689	-0,532	0,191	0,398	-0,620	0,186
	11	18,077	-13,398	1,145	1,154	-0,680	-0,528	0,190	0,396	-0,633	0,173
6	0	18,229	-13,267	1,140	1,152	-0,671	-0,524	0,190	0,394	-0,647	0,161
	1	18,399	-13,140	1,135	1,149	-0,662	-0,521	0,189	0,393	-0,663	0,148
	2	18,588	-13,018	1,130	1,146	-0,653	-0,517	0,189	0,391	-0,681	0,136
	3	18,796	-12,901	1,124	1,143	-0,644	-0,512	0,189	0,389	-0,700	0,123
	4	19,024	-12,789	1,119	1,140	-0,635	-0,508	0,188	0,387	-0,720	0,110
	5	19,274	-12,683	1,113	1,138	-0,625	-0,503	0,188	0,385	-0,742	0,098
	6	19,544	-12,583	1,107	1,135	-0,616	-0,499	0,188	0,383	-0,766	0,085
	7	19,837	-12,489	1,101	1,132	-0,606	-0,494	0,188	0,382	-0,791	0,072
	8	20,151	-12,400	1,095	1,130	-0,596	-0,489	0,188	0,380	-0,817	0,059
	9	20,489	-12,318	1,089	1,127	-0,587	-0,484	0,189	0,378	-0,845	0,046
	10	20,850	-12,242	1,082	1,125	-0,577	-0,479	0,189	0,377	-0,875	0,033
	11	21,234	-12,171	1,076	1,123	-0,567	-0,473	0,189	0,373	-0,906	0,020
7	0	21,642	-12,107	1,069	1,120	-0,557	-0,468	0,189	0,372	-0,938	-0,006
	1	22,074	-12,049	1,062	1,118	-0,547	-0,463	0,190	0,370	-0,972	-0,007
	2	22,531	-11,996	1,056	1,116	-0,537	-0,457	0,190	0,369	-1,007	-0,021
	3	23,011	-11,948	1,049	1,113	-0,527	-0,451	0,191	0,368	-1,043	-0,034
	4	23,518	-11,905	1,042	1,111	-0,517	-0,446	0,191	0,366	-1,080	-0,048
	5	24,048	-11,867	1,035	1,109	-0,507	-0,440	0,192	0,365	-1,119	-0,062
	6	24,602	-11,834	1,028	1,106	-0,498	-0,434	0,192	0,364	-1,158	-0,077
	7	25,182	-11,805	1,020	1,104	-0,488	-0,429	0,193	0,362	-1,199	-0,091
	8	25,786	-11,779	1,013	1,102	-0,478	-0,423	0,193	0,361	-1,241	-0,106
	9	26,416	-11,756	1,006	1,100	-0,468	-0,417	0,194	0,360	-1,284	-0,121
	10	27,069	-11,736	0,998	1,098	-0,459	-0,411	0,195	0,359	-1,328	-0,136
	11	27,747	-11,718	0,991	1,095	-0,449	-0,405	0,196	0,358	-1,372	-0,152
8	0	28,448	-11,701	0,983	1,093	-0,439	-0,400	0,196	0,357	-1,418	-0,167
	1	29,172	-11,684	0,976	1,091	-0,430	-0,394	0,197	0,357	-1,464	-0,184
	2	29,920	-11,669	0,968	1,089	-0,421	-0,388	0,198	0,356	-1,511	-0,200
	3	30,690	-11,652	0,960	1,086	-0,411	-0,382	0,199	0,355	-1,558	-0,217
	4	31,482	-11,635	0,953	1,084	-0,402	-0,377	0,200	0,355	-1,606	-0,234
	5	32,295	-11,614	0,945	1,081	-0,393	-0,371	0,201	0,354	-1,655	-0,252
	6	33,129	-11,592	0,937	1,079	-0,384	-0,365	0,202	0,354	-1,704	-0,270

	7	33,982	-11,566	0,929	1,076	-0,376	-0,360	0,202	0,353	-1,753	-0,288
	8	34,855	-11,535	0,922	1,074	-0,367	-0,354	0,203	0,353	-1,803	-0,308
	9	35,747	-11,498	0,914	1,071	-0,359	-0,349	0,204	0,353	-1,853	-0,327
	10	36,655	-11,456	0,906	1,069	-0,350	-0,343	0,205	0,353	-1,903	-0,347
	11	37,580	-11,407	0,898	1,066	-0,342	-0,338	0,206	0,353	-1,953	-0,367
9	0	38,520	-11,349	0,891	1,063	-0,334	-0,333	0,207	0,353	-2,003	-0,389
	1	39,474	-11,282	0,883	1,060	-0,326	-0,328	0,208	0,353	-2,054	-0,410
	2	40,442	-11,205	0,875	1,057	-0,318	-0,322	0,209	0,353	-2,104	-0,432
	3	41,421	-11,118	0,868	1,054	-0,311	-0,317	0,210	0,354	-2,154	-0,455
	4	42,410	-11,018	0,860	1,051	-0,303	-0,312	0,210	0,354	-2,203	-0,479
	5	43,409	-10,906	0,853	1,047	-0,296	-0,307	0,211	0,355	-2,252	-0,503
	6	44,415	-10,779	0,845	1,044	-0,289	-0,303	0,212	0,355	-2,301	-0,527
	7	45,427	-10,637	0,838	1,040	-0,282	-0,298	0,213	0,356	-2,349	-0,553
	8	46,445	-10,480	0,831	1,037	-0,275	-0,293	0,213	0,357	-2,397	-0,579
	9	47,464	-10,306	0,824	1,033	-0,269	-0,289	0,214	0,358	-2,444	-0,605
	10	48,485	-10,113	0,817	1,029	-0,262	-0,284	0,215	0,358	-2,491	-0,633
	11	49,506	-9,902	0,810	1,025	-0,256	-0,280	0,215	0,360	-2,536	-0,661
10	0	50,525	-9,671	0,803	1,021	-0,250	-0,279	0,216	0,361	-2,581	-0,690
	1	51,539	-9,419	0,796	1,017	-0,244	-0,271	0,216	0,362	-2,625	-0,719
	2	52,547	-9,145	0,790	1,012	-0,238	-0,267	0,216	0,363	-2,668	-0,750
	3	53,548	-8,848	0,783	1,008	-0,233	-0,263	0,217	0,365	-2,710	-0,781
	4	54,539	-8,528	0,777	1,003	-0,227	-0,259	0,217	0,366	-2,751	-0,813
	5	55,517	-8,183	0,771	0,998	-0,222	-0,255	0,217	0,368	-2,790	-0,845
	6	56,481	-7,812	0,766	0,993	-0,217	-0,252	0,217	0,369	-2,829	-0,878
	7	57,429	-7,416	0,760	0,988	-0,212	-0,248	0,217	0,371	-2,866	-0,913
	8	58,358	-6,992	0,755	0,983	-0,208	-0,245	0,217	0,373	-2,901	-0,947
	9	59,267	-6,540	0,749	0,977	-0,203	-0,241	0,217	0,374	-2,936	-0,983
	10	60,151	-6,059	0,745	0,972	-0,199	-0,238	0,217	0,376	-2,969	-1,019
	11	61,010	-5,549	0,740	0,966	-0,194	-0,234	0,217	0,378	-3,000	-1,056
11	0	61,841	-5,010	0,736	0,960	-0,190	-0,231	0,216	0,380	-3,029	-1,094
	1	62,641	-4,439	0,732	0,954	-0,186	-0,228	0,216	0,382	-3,057	-1,132
	2	63,408	-3,838	0,728	0,948	-0,182	-0,225	0,215	0,384	-3,084	-1,172
	3	64,138	-3,206	0,724	0,942	-0,179	-0,222	0,214	0,386	-3,108	-1,211
	4	64,831	-2,540	0,721	0,936	-0,175	-0,219	0,213	0,388	-3,131	-1,252
	5	65,482	-1,844	0,718	0,929	-0,172	-0,216	0,212	0,390	-3,152	-1,293
	6	66,093	-1,113	0,716	0,923	-0,169	-0,213	0,211	0,392	-3,171	-1,335
	7	66,653	-0,350	0,714	0,916	-0,165	-0,211	0,210	0,395	-3,188	-1,377
	8	67,167	0,455	0,712	0,909	-0,162	-0,208	0,208	0,397	-3,204	-1,420
	9	67,627	1,273	0,711	0,902	-0,159	-0,206	0,206	0,399	-3,217	-1,464
	10	68,033	2,136	0,710	0,895	-0,156	-0,203	0,205	0,401	-3,228	-1,508
	11	68,381	3,030	0,710	0,888	-0,154	-0,200	0,203	0,403	-3,237	-1,552
12	0	68,670	3,958	0,710	0,881	-0,151	-0,198	0,201	0,405	-3,245	-1,597
	1	68,895	4,917	0,710	0,874	-0,148	-0,196	0,198	0,407	-3,250	-1,643
	2	69,052	5,908	0,711	0,867	-0,146	-0,193	0,196	0,409	-3,253	-1,689
	3	69,140	6,931	0,713	0,859	-0,143	-0,191	0,193	0,411	-3,254	-1,735
	4	69,159	7,985	0,715	0,852	-0,141	-0,189	0,190	0,412	-3,252	-1,781
	5	69,100	9,069	0,717	0,845	-0,138	-0,186	0,187	0,414	-3,249	-1,828
	6	68,966	10,181	0,720	0,837	-0,136	-0,184	0,184	0,415	-3,244	-1,875
	7	68,746	11,323	0,724	0,830	-0,133	-0,182	0,181	0,417	-3,236	-1,921
	8	68,449	12,400	0,728	0,823	-0,131	-0,179	0,177	0,418	-3,226	-1,968
	9	68,061	13,684	0,733	0,815	-0,129	-0,177	0,173	0,419	-3,214	-2,015
	10	68,580	14,903	0,739	0,808	-0,126	-0,175	0,169	0,420	-3,201	-2,062
	11	67,009	16,143	0,745	0,801	-0,124	-0,172	0,164	0,421	-3,184	-2,100
13	0	66,339	17,405	0,752	0,794	-0,121	-0,170	0,160	0,422	-3,166	-2,156
	1	65,577	18,684	0,760	0,787	-0,119	-0,168	0,155	0,422	-3,146	-2,202
	2	64,701	19,983	0,768	0,780	-0,116	-0,165	0,150	0,422	-3,124	-2,248
	3	63,728	21,297	0,777	0,773	-0,113	-0,163	0,144	0,422	-3,100	-2,294
	4	62,649	22,627	0,787	0,767	-0,111	-0,160	0,139	0,422	-3,073	-2,339
	5	61,459	23,962	0,798	0,761	-0,108	-0,157	0,133	0,422	-3,045	-2,383
	6	60,150	25,304	0,810	0,755	-0,105	-0,155	0,127	0,421	-3,015	-2,427
	7	58,723	26,655	0,822	0,749	-0,101	-0,152	0,120	0,420	-2,984	-2,470
	8	57,187	28,002	0,835	0,743	-0,098	-0,149	0,113	0,418	-2,950	-2,512
	9	55,522	29,349	0,850	0,738	-0,095	-0,146	0,106	0,416	-2,915	-2,553
	10	53,729	30,693	0,865	0,733	-0,091	-0,143	0,099	0,414	-2,879	-2,592
	11	51,826	32,024	0,881	0,728	-0,087	-0,140	0,091	0,412	-2,840	-2,631
14	0	49,781	33,345	0,898	0,724	-0,083	-0,136	0,083	0,409	-2,800	-2,668
	1		34,646		0,720		-0,133		0,405		-2,704
	2		35,930		0,717		-0,129		0,401		-2,738
	3		37,183		0,714		-0,125		0,397		-2,771
	4		38,411		0,712		-0,121		0,392		-2,801
	5		39,593		0,710		-0,117		0,387		-2,830
	6		40,738		0,709		-0,112		0,381		-2,856

	7	41,839	0,708	-0,108	0,374	-2,881
	8	42,885	0,709	-0,103	0,367	-2,903
	9	43,869	0,709	-0,098	0,359	-2,922
	10	44,785	0,711	-0,093	0,351	-2,938
	11	45,635	0,713	-0,087	0,342	-2,951
15	0	46,403	0,717	-0,081	0,332	-2,962
	1	47,080	0,721	-0,075	0,321	-2,969
	2	47,667	0,726	-0,069	0,310	-2,973
	3	48,154	0,732	-0,062	0,298	-2,973
	4	48,524	0,739	-0,055	0,285	-2,969
	5	48,775	0,747	-0,048	0,271	-2,961
	6	48,898	0,756	-0,040	0,256	-2,949
	7	48,886	0,767	-0,032	0,240	-2,933
	8	48,727	0,779	-0,023	0,223	-2,911
	9	48,402	0,792	-0,015	0,205	-2,885
	10	47,914	0,806	-0,005	0,187	-2,854
	11	47,246	0,822	0,004	0,167	-2,818
16	0	46,391	0,839	0,014		-2,776

Por esse procedimento, as interpretações da maturação morfológica deverão ser realizadas por intermédio da conjugação de informações associadas à medida da estatura adulta predita e à medida de estatura do jovem no momento da observação:

$$\frac{\text{Estatura do jovem no momento da observação}}{\text{Estatura adulta predita}} \times 100$$

O valor resultante dessa relação representa a proporção da estatura adulta alcançada até o momento da observação, que deverá ser comparada com referenciais normativos sugeridos com base em estudos populacionais:

Referenciais normativos voltados à estimativa da maturação morfológica mediante proporção esperada da estatura adulta predita.

Idade (anos)	Moças	Rapazes
1,0	45,7	43,7
1,5	49,7	47,0
2,0	52,8	49,8
2,5	54,8	51,6
3,0	57,3	53,9
3,5	59,7	56,1
4,0	61,9	58,2
4,5	64,0	60,1
5,0	66,1	62,0
5,5	68,0	63,8
6,0	69,9	65,6
6,5	71,8	67,3
7,0	73,6	69,0
7,5	75,3	70,6



8,0	77,1	72,2
8,5	78,8	73,8
9,0	80,5	75,4
9,5	82,2	76,9
10,0	83,8	78,3
10,5	85,5	79,8
11,0	87,3	81,3
11,5	89,5	82,7
12,0	92,2	84,1
12,5	94,7	85,5
13,0	96,7	87,1
13,5	98,0	89,1
14,0	98,9	92,0
14,5	99,5	94,6
15,0	99,8	96,6
15,5	99,9	97,9
16,0	100,0	98,8
16,5		99,4
17,0		99,8
17,5		99,9
18,0		100,0

Com o objetivo de exemplificar a utilização dos procedimentos de análise da maturação morfológica mediante envolvimento de estimativas da estatura adulta predita, supõe-se, hipoteticamente, uma moça com as características:

Data da observação: 15/04/2017  
 Data de nascimento: 22/05/2006  
 Medida de estatura: 147,6 cm  
 Medida do peso corporal: 40,0 kg  
 Medida de estatura da mãe: 154,0 cm  
 Medida de estatura do pai: 170,0 cm

Inicialmente, para utilização dos coeficientes de ajustes no modelo de regressão linear, estabelece-se a idade do jovem em anos e meses (10 anos e 11 meses). Depois, procede-se à determinação da idade cronológica em fração milesimal:

$$\begin{array}{r}
 15/04/2017 = 2017,285 \\
 22/05/2006 = 2006,386 \\
 \hline
 10,899 \text{ anos}
 \end{array}$$

em que 2017 e 2006 representam o ano da observação e o ano de nascimento do jovem, e 285 e 386 representam a milionésima parte do ano a que correspondem os dias 15 de abril e 22 de maio, respectivamente.

Na sequência, adiciona-se 1,25 à medida de estatura do avaliado ( $147,6 + 1,25 = 148,85\text{cm}$ ) e calcula-se a média das medidas de estatura dos pais biológicos ( $154,0\text{cm} + 170,0\text{cm} / 2 = 162\text{cm}$ ).

Em seguida, procuram-se na tabela os valores equivalentes aos coeficientes de ajuste para cada variável correspondente à idade do jovem no momento da observação e aplica-se a fórmula:

$$\begin{aligned} \beta &: 61,010 \\ mX_1 &: + 0,740 \times 148,85\text{cm} = 110,149 \\ mX_2 &: - 0,194 \times 40\text{kg} = -7,760 \\ mX_3 &: + 0,217 \times 162\text{cm} = 35,154 \\ mX_4 &: - 3,000 \times 10,899 \text{ anos} = -32,697 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Estatura Final Adulta Predita (cm)} &= \beta + mX_1 + mX_2 + mX_3 + mX_4 \\ &= 61,010 + 110,149 + (-7,760) + 35,154 + (-32,697) \\ &= 165,856\text{cm} \end{aligned}$$

Mediante a relação entre a estatura presente e a estatura final adulta predita do jovem tem-se a proporção de estatura atingida até o momento da observação:

$$\frac{147,6\text{cm}}{165,856\text{cm}} \times 100 = 89,0 \%$$

Ao recorrer aos referenciais normativos verifica-se que a proporção da estatura adulta predita atingida pela moça considerada no exemplo, no momento da observação (89%), é discretamente superior à preconizada para moças de mesma idade (87,3%). Desta forma, pode-se inferir que, no momento da observação, a moça em questão apresentava indícios de uma maturação morfológica mais avançada, equivalente aproximadamente à idade de 11,5 anos.

### **Proporcionalidade Corporal**

Com relação aos recursos empregados com o fim de reunir informações sobre a proporcionalidade corporal, duas opções têm predominado: o cálculo de índices corporais e a análise comparativa com a referência humana *Phantom*.

Conceitualmente, índices corporais podem ser definidos como escores resultantes de relações matemáticas estabelecidas entre medidas de duas dimensões antropométricas observadas no mesmo indivíduo e ajustados em valores de porcentagem da menor sobre a maior medida. Neste caso, a unanimidade das relações matemáticas voltadas à análise da proporcionalidade corporal mediante o cálculo dos índices corporais envolve medidas específicas de comprimentos e de diâmetros ósseos.

Nesse particular, distinguem-se dois tipos de índices corporais: (a) aqueles que envolvem medidas antropométricas relacionadas ao comprimento e à largura do tronco; e (b) aqueles que são resultado de medidas antropométricas relacionadas ao comprimento dos membros e de seus segmentos.

As informações associadas à proporcionalidade corporal resultante de dimensões observadas nas regiões do tronco obtêm-se mediante cálculo de três índices corporais: índice córmico, índice esquelético e índice de quadris/ombros.

O índice córmico relaciona a medida da altura tronco-cefálica com a medida da estatura e, portanto, permite apreciar a contribuição relativa do segmento superior do corpo (tronco, pescoço e cabeça) na estatura do indivíduo:

$$\text{Índice Córmico} = \frac{\text{Altura tronco-cefálica (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

O índice esquelético procura oferecer informações sobre a relação entre a porção superior do corpo (tronco, pescoço e cabeça) e a porção inferior (membro inferior). Seu cálculo relaciona o comprimento do membro inferior, estimado pela diferença entre as medidas de estatura e altura tronco-cefálica, e a medida de altura tronco-cefálica:

$$\text{Índice Esquelético} = \frac{[\text{Estatura (cm)} - \text{Comprimento de membro inferior (cm)}]}{\text{Altura tronco-cefálica (cm)}} \times 100$$

Outro índice corporal frequentemente empregado na análise da proporcionalidade corporal procura identificar a largura relativa do quadril em comparação com a dos ombros. Portanto, envolve medidas antropométricas associadas aos diâmetros biliocristal e biacromial:

$$\text{Índice de quadril/ombros} = \frac{\text{Diâmetro biliocristal (cm)}}{\text{Diâmetro biacromial (cm)}} \times 100$$

No que se refere aos índices corporais que envolvem as medidas do membro inferior, destacam-se o índice de comprimento do membro inferior e o índice crural, que representa a relação entre os comprimentos de perna e coxa:

$$\text{Índice de comprimento de membro inferior} = \frac{\text{Comprimento de membro inferior (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

$$\text{Índice crural} = \frac{\text{Comprimento de perna (cm)}}{\text{Comprimento de coxa (cm)}} \times 100$$

A contribuição pormenorizada dos segmentos esqueléticos associados ao membro inferior na estatura do avaliado também pode ser analisada mediante índices de comprimento de coxa e perna:

$$\text{Índice de comprimento de coxa} = \frac{\text{Comprimento de coxa (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

$$\text{Índice de comprimento de perna} = \frac{\text{Comprimento de perna (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

De mesmo modo, podem-se estabelecer índices corporais que envolvem medidas de comprimento associadas ao membro superior:

$$\text{Índice de comprimento de membro superior} = \frac{\text{Comprimento de membro superior (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

$$\text{Índice braquial} = \frac{\text{Comprimento de antebraço (cm)}}{\text{Comprimento de braço (cm)}} \times 100$$

$$\text{Índice de comprimento de antebraço} = \frac{\text{Comprimento de antebraço (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

$$\text{Índice de comprimento de braço} = \frac{\text{Comprimento do braço (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

Para ilustrar a aplicação dos procedimentos relativos aos cálculos dos índices corporais, supõem-se, no campo hipotético, duas moças com as características antropométricas:

Medidas antropométricas (cm)	Moça A	Moça B
Estatura:	150,0	150,0
Altura tronco-cefálica:	82,5	76,5
Diâmetro biacromial:	30,2	28,9
Diâmetro biliocrystal:	26,1	22,8
Comprimento de membro superior:	65,3	69,7
Comprimento de braço:	27,8	30,1
Comprimento de antebraço:	21,9	24,0
Comprimento de membro inferior:	74,4	80,1
Comprimento de coxa:	40,7	42,2
Comprimento de perna:	30,3	33,5

Com base nas dimensões antropométricas sugeridas na situação hipotética considerada, mediante o cálculo do índice córmico constata-se que, no caso da moça A, o segmento superior do corpo representado pela medida da altura tronco-cefálica corresponde a 55% de sua estatura, e, por subtração aritmética, o segmento inferior do corpo equivale aos 45% restantes. Com relação à moça B, os segmentos superior e inferior do corpo equivalem a 51% e 49% de sua estatura, respectivamente.

$$\text{Índice Córmico} = \frac{\text{Altura tronco-cefálica (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

Moça A		Moça B
82,5 cm		76,5 cm
= $\frac{82,5}{150} \times 100$	= 55%	= $\frac{76,5}{150} \times 100$
		= 51%

Os valores produzidos pelo índice esquelético permitem inferir que, no caso da moça A, a porção inferior do corpo representa por volta de 82% de sua porção superior, e, no caso da moça B, essa proporção equivale a 96%.

$$\text{Índice Esquelético} = \frac{[\text{Estatura (cm)} - \text{Comprimento de membro inferior (cm)}]}{\text{Altura tronco-cefálica (cm)}} \times 100$$

<p>Moça A</p> $= \frac{[150 \text{ cm} - 82,5 \text{ cm}]}{82,5 \text{ cm}} \times 100 = 82\%$	<p>Moça B</p> $= \frac{[150 \text{ cm} - 76,5 \text{ cm}]}{76,5 \text{ cm}} \times 100 = 96\%$
--	--

Ainda, o fato da moça A apresentar índice quadril/ombros mais elevado sugere formato mais retangular de seu tronco em comparação com a moça B (86% *versus* 79%).

$$\text{Índice de quadril/ombros} = \frac{\text{Diâmetro biiliocristal (cm)}}{\text{Diâmetro biacromial (cm)}} \times 100$$

<p>Moça A</p> $= \frac{26,1 \text{ cm}}{30,2 \text{ cm}} \times 100 = 86\%$	<p>Moça B</p> $= \frac{22,8 \text{ cm}}{28,9 \text{ cm}} \times 100 = 79\%$
---	---

Os índices corporais que envolvem medidas equivalentes aos comprimentos de membros superior e inferior confirmam informações de que a moça B apresenta dimensões associadas a esses segmentos proporcionalmente mais elevadas para estatura que a moça A.

$$\text{Índice de comprimento de membro superior} = \frac{\text{Comprimento de membro superior (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

<p>Moça A</p> $= \frac{65,3 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 43,5\%$	<p>Moça B</p> $= \frac{69,7 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 46,5\%$
--	--

$$\text{Índice de comprimento de membro inferior} = \frac{\text{Comprimento de membro inferior (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

<p>Moça A</p> $= \frac{74,4 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 50\%$	<p>Moça B</p> $= \frac{80,1 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 53\%$
--	--

Ainda, comprova-se que a moça B apresenta dimensões antropométricas equivalentes aos membros superior e inferior proporcionalmente mais ajustadas à sua estatura, ao passo

que, no caso da moça A, os índices corporais encontrados revelam dimensões antropométricas proporcionalmente menores para sua estatura.

$$\text{Índice braquial} = \frac{\text{Comprimento de antebraço (cm)}}{\text{Comprimento de braço (cm)}} \times 100$$

<p>Moça A</p> $= \frac{21,9 \text{ cm}}{27,8 \text{ cm}} \times 100 = 78,8\%$	<p>Moça B</p> $= \frac{24,0 \text{ cm}}{30,1 \text{ cm}} \times 100 = 79,9\%$
---	---

$$\text{Índice de comprimento de antebraço} = \frac{\text{Comprimento de antebraço (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

<p>Moça A</p> $= \frac{21,9 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 14,6\%$	<p>Moça B</p> $= \frac{24,0 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 16\%$
--	--

$$\text{Índice de comprimento de braço} = \frac{\text{Comprimento do braço (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

<p>Moça A</p> $= \frac{27,8 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 18,5\%$	<p>Moça B</p> $= \frac{30,1 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 20\%$
--	--

$$\text{Índice crural} = \frac{\text{Comprimento de perna (cm)}}{\text{Comprimento de coxa (cm)}} \times 100$$

<p>Moça A</p> $= \frac{30,3 \text{ cm}}{40,7 \text{ cm}} \times 100 = 74\%$	<p>Moça B</p> $= \frac{33,5 \text{ cm}}{42,2 \text{ cm}} \times 100 = 79\%$
---	---

$$\text{Índice de comprimento de coxa} = \frac{\text{Comprimento de coxa (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

$$\begin{array}{l} \text{Moça A} \\ 40,7 \text{ cm} \\ = \frac{\text{-----}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 27\% \end{array} \qquad \begin{array}{l} \text{Moça B} \\ 42,2 \text{ cm} \\ = \frac{\text{-----}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 28\% \end{array}$$

$$\text{Índice de comprimento de perna} = \frac{\text{Comprimento de perna (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

$$\begin{array}{l} \text{Moça A} \\ 30,3 \text{ cm} \\ = \frac{\text{-----}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 20\% \end{array} \qquad \begin{array}{l} \text{Moça B} \\ 33,5 \text{ cm} \\ = \frac{\text{-----}}{150 \text{ cm}} \times 100 = 22\% \end{array}$$

A respeito da análise das informações provenientes dos índices corporais selecionados para análise da proporcionalidade corporal, essas devem ser interpretadas com base em indicadores referenciais preestabelecidos disponíveis na literatura.

Indicadores referenciais voltados à análise de índices corporais selecionados para avaliação da proporcionalidade corporal:

Índices corporais	Moças	Rapazes
Altura tronco-cefálica/estatura	52 - 54	51 - 53
Estatura – Altura tronco-cefálica/Altura tronco-cefálica	85 - 90	85 - 90
Diâmetro bicrista-ilíaco/biacromial	80 - 85	70 - 75
Membros inferiores/estatura	53 - 55	55 - 57
Comprimento da perna/coxa	78 - 83	78 - 83
Comprimento da coxa/estatura	28 - 29	29 - 30
Comprimento da perna/estatura	21 - 22	22 - 23
Membros superiores/estatura	45 - 47	45 - 47
Comprimento do antebraço/braço	78 - 83	78 - 83
Comprimento do antebraço/estatura	15 - 16	15 - 16
Comprimento do braço/estatura	19 - 20	19 - 20

O fundamento básico da estratégia *Phantom* — que na língua portuguesa pode significar “ente imaginário” — consiste em adotar o modelo teórico de um protótipo antropométrico para o corpo humano, direcionado à análise de segmentos corporais, mediante comparações entre medidas antropométricas específicas do indivíduo e dimensões proporcionalmente ajustadas que correspondem ao modelo teórico de referência.

Em tese, a estratégia *Phantom* define-se como um modelo metafórico, unissexual e aplicável independentemente do período de desenvolvimento biológico em que se encontra o indivíduo, o que aumenta a possibilidade de realizar comparações intra e inter-sujeitos, eliminando possíveis vieses devido ao dimorfismo sexual e às diferenças de idade.



A proposição da referência antropométrica *Phantom* procura reunir informações referentes às medidas de alturas projetadas, comprimentos, diâmetros ósseos, perímetros e espessuras de dobras cutâneas, expressas em valores de média e dos respectivos desvios-padrão e ajustadas geometricamente a uma medida-padrão de estatura, equivalente a 170,18 cm.

Informações sobre os valores médios e os respectivos desvios-padrão que definem o modelo teórico da estratégia *Phantom* referente às medidas antropométricas mais comumente empregadas são disponibilizadas na literatura.

Valores médios e respectivos desvios-padrão associados às dimensões antropométricas envolvidas no modelo teórico da estratégia *Phantom*:

Dimensões antropométricas	Valores médios	Desvios-padrão
Altura tronco-cefálica (cm):	90,78	4,54
Peso corporal (kg):	64,58	8,60
Diâmetros ósseos		
Biacromial (cm):	38,04	1,92
Bicrista-ilíaco (cm):	28,84	1,75
Biepicondilar do fêmur (cm):	9,52	0,48
Bimaleolar (cm):	6,68	0,36
Biepicondilar do úmero (cm):	6,48	0,35
Biestilóide (cm):	5,21	0,28
Comprimentos		
Membros inferiores (cm)	79,40	3,97
Coxa (cm):	40,92	2,52
Perna (cm):	38,97	2,22
Membros superiores (cm):	75,95	3,64
Braço (cm):	32,53	1,77
Antebraço (cm):	24,57	1,37
Perímetros		
Braço (cm):	24,88	3,67
Antebraço (cm):	25,13	1,41
Coxa (cm):	55,82	4,23
Perna (cm):	35,25	2,30
Espessuras de dobras cutâneas		
Tricipital (mm):	15,40	4,47
Subescapular (mm):	17,20	5,07

Principal aplicação no campo da educação física da estratégia antropométrica *Phantom* reside em quantificar eventuais diferenças — expressas em indicadores de proporcionalidade corporal — entre as medidas antropométricas estabelecidas no indivíduo e o modelo teórico

de referência. Ao estabelecer o modelo teórico de referência para desenvolvimento das comparações, torna-se possível confrontar informações antropométricas inter e intra-sujeito de um ou mais segmentos corporais.

Com relação à operacionalização da estratégia *Phantom*, aplica-se o conceito estatístico similar aos procedimentos de cálculo do escore  $z$ . Em linguagem estatística, o escore  $z$  fornece indicações sobre a eventual distância, expressa em unidades de desvios-padrão, entre as informações pertencentes ao indivíduo e as estimativas sobre a média populacional, admitindo-se que os dados observados apresentam comportamento de distribuição normal. De forma análoga, no caso da proporcionalidade corporal o índice  $z$  deverá traduzir diferenças, expressas em unidades de desvios-padrão, entre a medida de uma dimensão antropométrica específica e o valor médio adotado para o modelo teórico de referência.

Dessa forma, os procedimentos de análise da proporcionalidade corporal mediante a estratégia *Phantom* consistem em transformar as informações pertencentes às medidas antropométricas originais em índice  $z$ . Para tanto, recorre-se ao modelo matemático:

$$\text{Índice } z = \frac{1}{S} \left[ L \left[ \begin{array}{c} 170,18 \\ \text{-----} \\ \text{Estatura} \end{array} \right]^d - P \right]$$

- Índice  $z$ : valor da medida antropométrica a ser analisada, ajustada pelo modelo teórico de referência;
- $S$ : desvio-padrão proposto pelo modelo teórico para a variável antropométrica a ser analisada;
- $L$ : medida da variável antropométrica observada no indivíduo;
- 170,18: constante de proporcionalidade para a estatura do modelo teórico de referência;
- Estatura: medida da estatura observada no indivíduo;
- $d$ : expoente dimensional que permite estabelecer sistema de similaridade geométrica entre as dimensões antropométricas e a medida de estatura. Atribui-se valor de  $d = 1$  para as medidas antropométricas de cunho linear (alturas projetadas, comprimentos, diâmetros ósseos, perímetros e espessuras de dobras cutâneas);  $d = 2$  para as medidas de superfície corporal e áreas transversais; e  $d = 3$  para as medidas de peso corporal e de outros volumes corporal; e
- $P$ : valor de média proposto pelo modelo teórico para a variável antropométrica a ser analisada.

Em relação à interpretação dos resultados encontrados pelo cálculo do índice  $z$ , a medida antropométrica observada no indivíduo proporcionalmente maior que as apresentadas no modelo teórico de referência deverá produzir valores positivos para o índice  $z$ . Em contrapartida, a medida antropométrica observada no indivíduo proporcionalmente menor que as apresentadas no modelo *Phantom* deverá produzir valores de  $z$  negativos. Ainda, quanto menor a magnitude dos valores calculados do índice  $z$ , maior similaridade proporcional deverá ocorrer entre as medidas antropométricas observadas no indivíduo e as apresentadas no modelo teórico de referência, de maneira que  $z = 0$  indica uma medida antropométrica observada no indivíduo proporcionalmente idêntica às apresentadas no modelo *Phantom*.

A fim de exemplificar a sequência de procedimentos empregada para o cálculo e a interpretação do índice  $z$ , supõem-se, hipoteticamente, três indivíduos com as características antropométricas:

	Indivíduo A	Indivíduo B	Indivíduo C
Estatura (cm):	173,5	160,4	158,6
Comprimento de membro inferior (cm):	83,4	72,8	74,2

Mediante consulta à sequência de valores equivalentes à média e ao desvio-padrão preconizado pelo modelo teórico de referência, verifica-se que, no caso do comprimento de membro inferior, estes correspondem a 79,4cm e 3,97cm, respectivamente. Admitindo que o comprimento de membros inferiores se define como uma dimensão antropométrica linear, atribui-se valor de  $d = 1$ . Ao substituir os valores conhecidos no modelo matemático, encontra-se:

Indivíduo A

$$\begin{aligned} \text{Índice } z &= \frac{1}{3,97} \left[ 83,4 \left[ \frac{170,18}{173,5} \right]^1 - 79,40 \right] \\ &= 0,25 (83,4 (0,98) - 79,40) \\ &= 0,25 (81,73 - 79,40) \\ &= 0,25 (+2,33) \end{aligned}$$

$$\text{Índice } z = +0,58$$

Indivíduo B

$$\text{Índice } z = \frac{1}{3,97} \left[ 72,8 \left[ \frac{170,18}{160,4} \right]^1 - 79,40 \right]$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,25 (72,8 (1,06) - 79,40) \\
 &= 0,25 (77,17 - 79,40) \\
 &= 0,25 (-2,23)
 \end{aligned}$$

$$\text{Índice } z = -0,56$$

Individuo C

$$\begin{aligned}
 \text{Índice } z &= \frac{1}{3,97} \left[ 74,2 \left[ \frac{170,18}{158,6} \right] - 79,40 \right] \\
 &= 0,25 (74,2 (1,07) - 79,40) \\
 &= 0,25 (79,39 - 79,40) \\
 &= 0,25 (-0,01)
 \end{aligned}$$

$$\text{Índice } z = 0,00$$

Para interpretação dos valores associados ao índice  $z$ , chama-se a atenção para os sinais positivos e negativos dos resultados encontrados. Esses indicam o sentido da proporcionalidade observada. Em relação ao individuo A ( $z = + 0,58$ ), considera-se que este apresenta comprimento de membro inferior proporcionalmente maior que o apresentado pelo modelo teórico de referência a uma magnitude de 0,58. No que se refere ao individuo B ( $z = - 0,56$ ), o sinal negativo indica comprimento de membro inferior proporcionalmente menor que o apresentado pelo modelo *Phantom*. No caso do individuo C ( $z = 0$ ), verifica-se que este, mesmo apresentando medida de comprimento de membro inferior menor que o sugerido pelo modelo teórico (74,2 *versus* 79,4), em razão de sua também menor estatura (158,6 *versus* 170,18) apresenta proporcionalidade referente a essa dimensão antropométrica similar a do modelo teórico de referência.

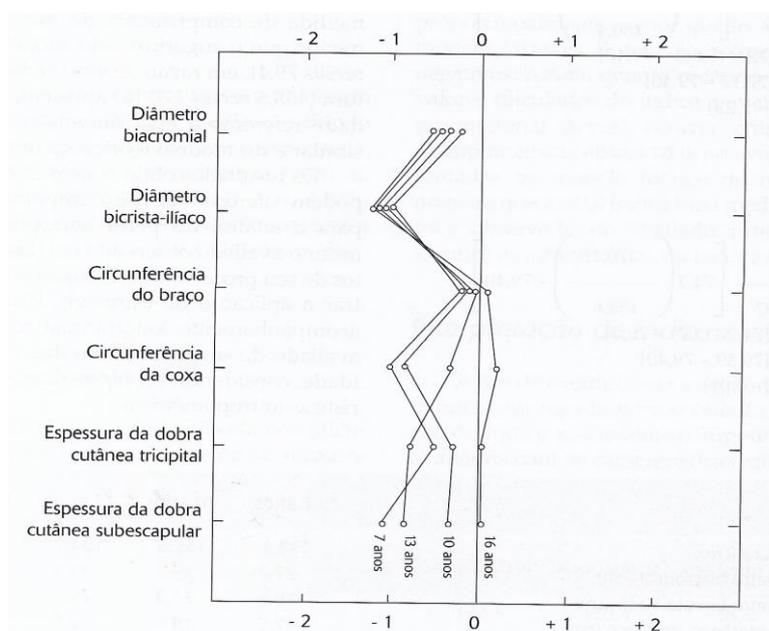
Os resultados obtidos pelo cálculo do índice  $z$  podem oferecer também importantes subsídios para a análise do perfil antropométrico de um mesmo individuo observado em diferentes momentos de seu processo de crescimento físico. Para ilustrar a aplicação da estratégia *Phantom*, mediante acompanhamento longitudinal realizado em um rapaz dos 7 aos 16 anos de idade, consideram-se, hipoteticamente, as características antropométricas:

	7 anos	10 anos	13 anos	16 anos
Estatura (cm):	123,2	135,5	154,7	176,3
Diâmetro biacromial (cm):	27,2	29,7	33,9	38,4
Diâmetro biiliocrystal (cm):	19,6	21,3	24,3	27,4
Circunferência de braço (cm):	17,5	19,4	22,5	26,1
Circunferência de coxa (cm):	37,2	41,7	49,6	58,3
Espessura de dobra cutânea tricipital (mm):	9,6	11,1	10,9	16,0
Espessura de dobra cutânea subescapular (mm):	8,2	12,1	11,8	18,1

Com a utilização do modelo matemático proposto para o seu cálculo, deverão ser convertidas as medidas de cada um dos indicadores antropométricos observadas nos quatro momentos do acompanhamento longitudinal, para valores equivalentes ao índice  $z$ :

	7 anos	10 anos	13 anos	16 anos
Diâmetro biacromial:	-0,26	-0,32	-0,39	-0,41
Diâmetro biiliocristal:	-1,02	-1,14	-1,21	-1,29
Circunferência de braço:	-0,18	-0,12	-0,04	+0,12
Circunferência de coxa:	-1,08	-0,79	-0,30	+0,18
Espessura de dobra cutânea tricipital:	-0,47	-0,31	-0,75	+0,03
Espessura de dobra cutânea subescapular:	-1,18	-0,39	-0,84	+0,07

Para facilitar a visualização do comportamento de proporcionalidade observado, os valores calculados do índice  $z$  podem ser plotados por intermédio de uma representação gráfica.



Pela análise dos valores calculados do índice  $z$  verifica-se que, até os 13 anos de idade, as dimensões antropométricas observadas demonstraram ser proporcionalmente menores em comparação com as do modelo teórico de referência. No entanto, aos 16 anos de idade as dimensões antropométricas relacionadas aos perímetros e às espessuras de dobras cutâneas tenderam a se aproximar proporcionalmente do modelo *Phantom*, ao passo que as dimensões antropométricas associadas aos diâmetros ósseos permaneceram proporcionalmente aquém do modelo *Phantom*. Em geral, as dimensões antropométricas relacionadas aos diâmetros ósseos tornaram-se proporcionalmente menores, e as dimensões antropométricas referentes às

circunferências e às espessuras das dobras cutâneas tornaram-se proporcionalmente maiores com a idade.

### **Somatótipo**

Os procedimentos a respeito dos cálculos dos três componentes associados ao somatótipo antropométrico solicitam o envolvimento de 10 medidas antropométricas:

Estatura (cm)  
 Peso corporal (kg)  
 Espessuras de dobras cutâneas (mm)  
     Tricipital  
     Subescapular  
     Supra-ilíaca  
     Perna medial  
 Diâmetros ósseos  
     Biepicondilar do úmero  
     Biepicondilar do fêmur  
 Perímetros  
     Braço flexionado e tenso  
     Perna medial

Neste caso, para o cálculo do componente de endomorfia, o primeiro passo é realizar o somatório das espessuras das dobras cutâneas medidas nas regiões tricipital, subescapular e supra-ilíaca.

$$\sum_{\text{dobras cutâneas}} = [ DC_{\text{tricipital}} + DC_{\text{subescapular}} + DC_{\text{supra-ilíaca}} ]$$

Posteriormente, estabelece-se a correção desse valor mediante a estratégia de proporcionalidade corporal com o fim de evitar viés ao comparar indivíduos de diferentes estaturas.

$$X_c = \sum_{\text{dobras cutâneas}} \left[ \frac{170,18}{\text{Estatura}} \right]$$

$X_c$  : somatório das espessuras de dobras cutâneas corrigido pela estatura do indivíduo;

$\sum_{\text{dobras cutâneas}}$  : somatório das espessuras de dobras cutâneas medidas nas regiões tricipital, subescapular e supra-ilíaca (mm);  
 : medida de estatura do indivíduo (cm); e

Estatura : constante correspondente à estatura do modelo teórico de referência  
 170,18 : *Phantom*.

Depois, recorre-se ao modelo matemático para calcular o componente de endormorfia:

$$\text{Endo} = 0,1451(X_c) - 0,00068(X_c)^2 + 0,0000014(X_c)^3 - 0,7182$$

Quanto ao cálculo do componente de mesomorfia, inicialmente faz-se o ajuste para as medidas de perímetros. Esses ajustes são necessários com o fim de minimizar a participação da gordura corporal localizada nos tecidos subcutâneos nas medidas de perímetros para melhor representar o desenvolvimento musculoesquelético. Para tanto, deve-se subtrair as medidas equivalentes às espessuras das dobras cutâneas tricipital e panturrilha medial das respectivas medidas associadas aos perímetros de braço tensionado e da panturrilha medial. Chama-se atenção para a necessidade de estabelecer equivalências das unidades de medida de espessura das dobras cutâneas e de perímetros. Nesse caso, as medidas de espessura das dobras cutâneas deverão ser expressas em cm:

$$\text{PBT}_{\text{ajustado}} = \text{P}_{\text{braço tensionado}} - \text{DC}_{\text{tricipital}}$$

$$\text{PPM}_{\text{ajustado}} = \text{P}_{\text{panturrilha medial}} - \text{DC}_{\text{panturrilha medial}}$$

- PBT<sub>ajustado</sub>: perímetro ajustado do braço flexionado e tenso (cm);
- P<sub>braço tensionado</sub>: perímetro de braço tensionado (cm);
- DC<sub>tricipital</sub>: espessura de dobra cutânea medida na região tricipital (cm);
- PPM<sub>ajustado</sub>: perímetro ajustado de panturrilha medial (cm);
- P<sub>panturrilha medial</sub>: perímetro de panturrilha medial (cm); e
- DC<sub>panturrilha medial</sub>: espessura de dobra cutânea medida na região de panturrilha medial (cm).

Na sequência, aplica-se o modelo:

$$\text{Meso} = 4,50 + 0,858(U) + 0,601(F) + 0,188(\text{PBT}_{\text{ajustado}}) + 0,161(\text{PPM}_{\text{ajustado}}) - 0,131(\text{Estatura})$$

- U: diâmetro biepicondilar do úmero (cm);
- F: diâmetro biepicondilar do fêmur (cm);
- PBT<sub>ajustado</sub>: perímetro ajustado de braço tensionado (cm);
- PPM<sub>ajustado</sub>: perímetro ajustado de panturrilha medial (cm); e
- Estatura: estatura (cm).

O componente de ectomorfia é estabelecido com base no cálculo do índice ponderal ou, na razão entre a medida de estatura expressa em cm e a raiz cúbica da medida de peso corporal em kg:

$$\text{Índice Ponderal} = \frac{\text{Estatura}^3}{\text{Peso corporal}}$$

No entanto, para envolver as equações de regressão, existem três possíveis opções para seu cálculo. O valor encontrado para o índice ponderal é o que deverá indicar o modelo matemático a ser empregado.

Na possibilidade do Índice Ponderal ser igual ou maior que 40,75:

$$\text{Ecto} = (\text{Índice Ponderal} \times 0,732) - 28,58$$

Se o valor do Índice Ponderal se apresentar entre 38,25 e 40,75

$$\text{Ecto} = (\text{Índice Ponderal} \times 0,463) - 17,63$$

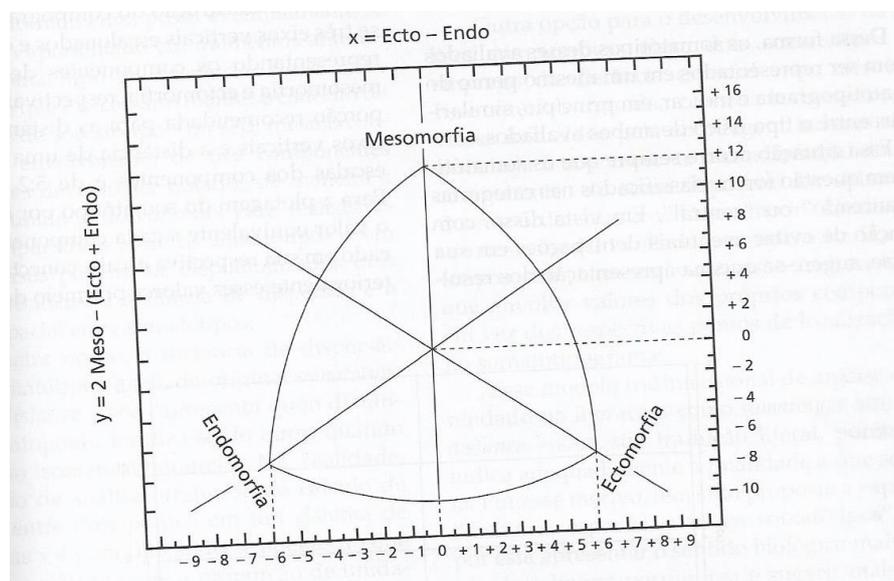
Contudo, se o Índice Ponderal for igual ou menor a 38,25, admite-se o valor mínimo consignado arbitrariamente para a ectomorfia, ou seja, 0,1.

De posse dos valores correspondentes a cada um dos componentes do somatótipo, a próxima preocupação será dispor de recurso visual que possa complementar as informações obtidas. Nesse particular, chama-se a atenção para a necessidade de atender à premissa básica dos conceitos associados ao somatótipo, que é a interdependência dos componentes. Ou seja, qualquer modelo gráfico a ser empregado na representação do somatótipo deverá considerar simultaneamente os três componentes somatotipológicos.

A fim de atender ao conceito de integralidade do somatótipo, a opção mais frequentemente empregada na apresentação gráfica de seus componentes é o somatotipograma. O somatotipograma se caracteriza por um triângulo equilátero de lados curvos que correspondem a arcos de circunferências com centros em seus vértices, dividido por três eixos que se interceptam no centro, formando ângulos de 120°. Cada uma das áreas formadas pela bissetriz dos ângulos representa setores de predominância relativa de um dos componentes. Nesse caso, a endomorfia localiza-se à esquerda, a mesomorfia na parte superior e a ectomorfia à direita. Externamente ao triângulo curvo são traçadas duas coordenadas (X e Y). A intersecção dos três eixos no centro do triângulo representa o ponto zero de ambas as coordenadas: a coordenada Y apresenta as dimensões entre +16 e -10 e a coordenada X entre +9 e -9. Na coordenada X, o vértice equivalente à endomorfia representa o ponto -6, e o vértice equivalente à ectomorfia representa o ponto +6, enquanto na



coordenada Y o vértice equivalente à endomorfia também representa o ponto  $-6$ ; no entanto, o vértice equivalente à mesomorfia representa o ponto  $+12$ .



Cada somatótipo deverá localizar-se em um único ponto do somatotipograma. Para tanto, os valores equivalentes aos três componentes do somatótipo deverão ajustar-se às coordenadas X e Y e, dessa maneira, estabelecer sua localização:

$$X = \text{Ectomorfia} - \text{Endomorfia}$$

$$Y = (2 \times \text{Mesomorfia}) - (\text{Ectomorfia} - \text{Endomorfia})$$

Para exemplificar os procedimentos em relação à análise do somatótipo, considera-se, hipoteticamente, um jovem com 17 anos de idade com as medidas antropométricas:

	Estatura:	175,0cm
	Peso corporal:	76,7kg
Espessuras de dobras cutâneas		
	Tricipital:	10,3mm
	Subescapular:	8,5mm
	Supra-ilíaca	18,9mm
	Perna medial:	7,4mm
Diâmetros ósseos		
	Biépicondilar de úmero:	6,1cm
	Biépicondilar de fêmur:	9,0cm
Perímetros		
	Braço tensionado:	29,6cm
	Panturrilha medial:	34,8cm

Para o cálculo do componente de endomorfia, inicialmente somam-se as espessuras das dobras cutâneas medidas nas regiões tricipital, subescapular e supra-ílica:

$$\Sigma_{\text{dobra cutânea}} = 10,3 + 8,5 + 18,9$$

$$\Sigma_{\text{dobra cutânea}} = 37,7\text{mm}$$

Depois, aplica-se a correção para a medida de estatura:

$$X_c = \Sigma_{\text{dobras cutâneas}} \left[ \begin{array}{c} 170,18 \\ \text{-----} \\ \text{Estatura} \end{array} \right]$$

$$37,7 \left[ \begin{array}{c} 170,18 \\ \text{-----} \\ 175,0 \end{array} \right]$$

$$37,7 [0,9725]$$

$$X_c = 36,66\text{mm}$$

Posteriormente, de posse da medida ajustada pela estatura equivalente ao somatório de espessura das dobras cutâneas, ao aplicar modelo matemático, encontra-se:

$$\text{Endo} = 0,1451 (X_c) - 0,00068 (X_c)^2 + 0,0000014 (X_c)^3 - 0,7182$$

$$0,1451(36,66) - 0,00068 (1343,96) + 0,0000014 (49269,41) - 0,7182$$

$$5,3194 - 0,9139 + 0,0690 - 0,7182$$

$$3,76$$

Para cálculo do componente de mesomorfia, de início, considerando que as dimensões de espessura das dobras cutâneas são expressas em milímetros e as de perímetros em centímetros, existe necessidade de unificar as unidades de medidas envolvidas. Por questão de conveniência nos cálculos, utiliza-se a transformação das medidas de espessura das dobras cutâneas de milímetros para centímetros. Nesse caso, a medida de espessura da dobra cutânea tricipital equivalente a 10,3mm passa a ser expressa na forma de 1,03cm, e a medida de espessura da dobra cutânea de panturrilha medial equivalente a 7,4mm passa a ser expressa na forma de 0,74cm.

$$\begin{aligned} \text{PBT}_{\text{ajustado}} &= P_{\text{braço tencionado}} - \text{DC}_{\text{tricipital}} \\ &= 29,6 - 1,03 \\ &= 28,57 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PPM}_{\text{ajustado}} &= P_{\text{panturrilha medial}} - \text{DC}_{\text{panturrilha medial}} \\ &= 34,8 - 0,74 \\ &= 34,06 \text{ cm} \end{aligned}$$

Na sequência, considerando o modelo matemático:

$$\begin{aligned} \text{Meso} &= 4,50 + 0,858(U) + 0,601(F) + 0,188(\text{PBT}_{\text{ajustado}}) + 0,161(\text{PPM}_{\text{ajustado}}) - 0,131(\text{Estatura}) \\ &= 4,50 + 0,858(6,1) + 0,601(9,0) + 0,188(28,57) + 0,161(34,06) - 0,131(175,0) \\ &= 4,50 + 5,234 + 5,409 + 5,371 + 5,484 - 22,925 \\ &= 3,07 \end{aligned}$$

Para o cálculo do componente de ectomorfia, primeiramente se determina o índice ponderal:

$$\begin{aligned} \text{Índice Ponderal} &= \frac{\text{Estatura}}{\sqrt[3]{\text{Peso corporal}}} \\ &= \frac{175,0}{\sqrt[3]{76,7}} \\ &= \frac{175,0}{4,25} \\ &= 41,18 \text{ cm/kg} \end{aligned}$$

Considerando um Índice Ponderal igual ou maior a 40,75, utiliza-se o modelo:

$$\begin{aligned} \text{Ecto} &= (\text{índice Ponderal} \times 0,732) - 28,58 \\ &= (41,18 \times 0,732) - 28,58 \\ &= 1,56 \end{aligned}$$

Em sendo assim, o tipo físico do jovem considerado no exemplo caracteriza-se por um somatótipo expresso pelos valores 3,76-3,07-1,56, ou seja, meso-endomorfo, com predominância do componente endomorfo, e mesomorfia superior à ectomorfia.

Estabelecendo-se as coordenadas X e Y torna-se possível ilustrar a disposição do somatótipo calculado no somatotipograma:

$$\begin{aligned} X &= \text{Ectomorfia} - \text{Endomorfia} \\ &= 1,56 - 3,76 \\ &= -2,20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= (2 \times \text{Mesomorfia}) - (\text{Ectomorfia} - \text{Endomorfia}) \\ &= (2 \times 3,07) - (1,56 + 3,76) \\ &= 6,14 - 5,32 \\ &= 0,82 \end{aligned}$$

### Composição corporal

Em análise da composição corporal com dois compartimentos (gordura corporal e massa magra), as medidas de espessura das dobras cutâneas é o indicador antropométrico mais comumente utilizado. No entanto, são disponibilizadas também, propostas mais simples direcionadas à análise da composição corporal mediante construção de índices que envolvem medidas de estatura, peso corporal e perímetros de cintura e quadril.

O índice antropométrico mais empregado na área da composição corporal é o Índice de Massa Corporal, traduzido pelo peso corporal expresso em kg dividido pelo quadrado da medida de estatura expressa em metros:

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Peso corporal (kg)}}{[\text{Estatura (m)}]^2}$$

O Índice de Massa Corporal é utilizado para classificar o peso corporal, mediante critérios diagnósticos especificamente propostos para jovens e adultos.

#### Critério Diagnóstico para Índice de Massa Corporal

Idade (Anos)	Moças			Rapazes		
	Baixo Peso Corporal	Sobrepeso	Obesidade	Baixo Peso Corporal	Sobrepeso	Obesidade
2	13,96	18,02	19,81	15,24	18,41	20,09
2,5	14,77	17,76	19,55	15,02	18,13	19,80
3	14,60	17,56	19,36	14,83	17,89	19,57
3,5	14,55	17,40	19,23	14,66	17,69	19,39
4	14,30	17,28	19,15	14,51	17,55	19,39
4,5	14,16	17,19	19,12	14,38	17,47	19,26
5	14,04	17,15	19,17	14,26	17,42	19,30
5,5	13,93	17,20	19,34	14,15	17,45	19,47
6	13,85	17,34	19,65	14,06	17,55	19,78
6,5	13,81	17,53	20,08	14,00	17,71	20,23

7	13,83	17,75	20,51	14,00	17,92	20,63
7,5	13,90	18,03	21,01	14,05	18,16	21,09
8	14,00	18,35	21,57	14,13	18,44	21,60
8,5	14,12	18,69	22,18	14,24	18,76	22,17
9	14,26	19,07	22,81	14,36	19,10	22,77
9,5	14,40	19,45	23,46	14,49	19,46	23,39
10	14,58	19,86	24,11	14,63	19,84	24,00
10,5	14,78	20,29	24,77	14,79	20,20	24,57
11	15,03	20,74	25,42	14,96	20,55	25,10
11,5	15,30	21,20	26,05	15,15	20,89	25,58
12	15,59	21,68	26,67	15,36	21,22	26,02
12,5	15,91	22,14	27,24	15,59	21,56	26,43
13	16,23	22,58	27,76	15,84	21,91	26,84
13,5	16,55	22,98	28,20	16,11	22,27	27,25
14	16,86	23,34	28,57	16,39	22,62	27,63
14,5	17,16	23,66	28,87	16,68	22,96	27,98
15	17,43	23,94	29,11	16,98	23,29	28,30
15,5	17,68	24,17	29,29	17,26	23,60	28,60
16	17,90	24,37	29,43	17,53	23,90	28,88
16,5	18,08	24,54	29,56	17,79	24,19	29,14
17	18,34	24,70	29,69	18,04	24,46	29,41
17,5	18,38	24,85	29,84	18,28	24,73	29,70
18	18,5	25,00	30,00	18,50	25,00	30,00
19 – 24	18,5	25,00	30,00	18,50	25,00	30,00
25 – 34	18,5	25,00	30,00	18,50	25,00	30,00
35 – 44	19,5	26,00	31,00	18,50	25,00	30,00
45 – 54	20,5	27,00	32,00	18,50	25,00	30,00
55 – 64	21,5	28,00	33,00	18,50	25,00	30,00
> 65	22,5	29,00	34,00	18,50	25,00	30,00

Para exemplificar os procedimentos em relação ao cálculo e à interpretação do índice de massa corporal, considera-se, hipoteticamente, quatro diferentes moças com os dados:

	Moça A	Moça B	Moça C	Moça D
Idade (anos):	10,5	12	14	16,5
Peso Corporal (kg):	25,8	66,9	53,2	68,3
Estatura (cm):	136,1	156,6	158,3	162,8

Mediante o cálculo da razão entre as medidas de peso corporal e estatura, encontram-se os valores do Índice de Massa Corporal para cada uma das moças consideradas no exemplo:

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Peso corporal (kg)}}{[\text{Estatura (m)}]^2}$$

Moça A	Moça B	Moça C	Moça D
25,8 kg	66,9 kg	53,2 kg	68,3 kg
$[1,361 \text{ m}]^2$	$[1,566 \text{ m}]^2$	$[1,583 \text{ m}]^2$	$[1,628 \text{ m}]^2$
13,9 kg/m <sup>2</sup>	27,3 kg/m <sup>2</sup>	21,2 kg/m <sup>2</sup>	25,8 kg/m <sup>2</sup>

Mediante consulta aos critérios diagnóstico do Índice de Massa Corporal para jovens e adultos, constata-se que a moça A apresenta “baixo peso corporal”, a moça B demonstra indicativo de “obesidade”, a moça C uma condição “eutrófica” e a moça D sobrepeso.

A razão entre os perímetros de cintura e quadril é empregada para caracterizar se a gordura corporal é reunida predominantemente na região central do corpo ou na extremidade:

$$\text{Razão cintura/quadril} = \frac{\text{Perímetro de cintura (cm)}}{\text{Perímetro de quadril (cm)}}$$

Sobre a interpretação dos valores encontrados na razão cintura/quadril, a literatura dispõe de indicadores referenciais que podem identificar o grau de risco predisponente ao aparecimento e ao desenvolvimento de disfunções metabólicas crônicas de acordo com idade e sexo.

Indicadores referenciais da razão cintura/quadril direcionados à identificação de risco para a saúde de acordo com sexo e idade:

Idade (anos)	Magnitude de risco para a saúde			
	Baixo	Moderado	Alto	Muito alto
Mulheres				
20 - 29	< 0,71	0,71 - 0,77	0,78 - 0,82	> 0,82
30 - 39	< 0,72	0,72 - 0,78	0,79 - 0,84	> 0,84
40 - 49	< 0,73	0,73 - 0,79	0,80 - 0,87	> 0,87
50 - 59	< 0,74	0,74 - 0,81	0,82 - 0,88	> 0,88
60 - 69	< 0,76	0,76 - 0,83	0,84 - 0,90	> 0,90
Homens				
20 - 29	< 0,83	0,83 - 0,88	0,89 - 0,94	> 0,94
30 - 39	< 0,84	0,84 - 0,91	0,92 - 0,96	> 0,96
40 - 49	< 0,88	0,88 - 0,95	0,96 - 1,00	> 1,00
50 - 59	< 0,90	0,90 - 0,96	0,97 - 1,02	> 1,02
60 - 69	< 0,91	0,91 - 0,98	0,99 - 1,03	> 1,03

Outra forma sugerida para prever o risco associado à saúde decorrente do maior acúmulo de gordura na região central do corpo é a razão entre as medidas de perímetro de cintura e estatura.

$$\text{Razão cintura/estatura} = \frac{\text{Perímetro de cintura (cm)}}{\text{Estatura (cm)}}$$

Nesse caso, dimensões da razão cintura/estatura igual ou maior que 0,50 em ambos os sexos, tendem a aumentar a incidência de disfunções crônico-degenerativas.

O chamado índice de conicidade caracteriza-se como mais uma opção antropométrica direcionada a oferecer informações sobre perfil de distribuição da gordura corporal. Esse índice baseia-se no pressuposto de que o perfil morfológico do corpo humano, ao apresentar maior concentração de gordura na região central, apresenta um formato parecido com um duplo cone com uma base comum, ao passo que, ao apresentar menores quantidades de gordura na região central do corpo, apresenta aparência similar a um cilindro.

Para o seu cálculo são envolvidas as medidas de perímetro da cintura e estatura, expressas em metros, e do peso corporal consignado em kg:

$$\text{Índice de Conicidade} = \frac{\text{Perímetro de Cintura (m)}}{0,109 \left[ \sqrt{\frac{\text{Peso corporal (kg)}}{\text{Estatura (m)}}} \right]}$$

Quanto aos indicadores referenciais do índice de Conicidade direcionados a identificar o risco para a saúde, tem sido sugerido adotar valores próximos de 1,00 como indicativo de baixo risco e valores próximos de 1,73 como indicativo de elevado risco para o aparecimento e o desenvolvimento de disfunções cardiovasculares e metabólicas.

Para exemplificar a sequência de cálculos a ser empregada para análise do padrão de distribuição de gordura corporal mediante indicadores antropométricos, supõe-se, hipoteticamente, um homem com 46 anos de idade com as dimensões antropométricas:

Estatura: 176,0cm  
 Peso corporal: 84,2kg  
 Perímetro de cintura: 104,5cm  
 Perímetro de quadril: 106,7cm

Razão Cintura/Quadril	Razão Cintura/Estatura	Índice de Conicidade
$\frac{\text{Perímetro de cintura (cm)}}{\text{Perímetro de quadril (cm)}}$	$\frac{\text{Perímetro de cintura (cm)}}{\text{Estatura (cm)}}$	$0,109 \left[ \sqrt{\frac{\text{Perímetro de Cintura (m)}^2}{\frac{\text{Peso corporal (kg)}}{\text{Estatura (m)}}}} \right]$
$\frac{104,5\text{cm}}{106,7\text{cm}}$ <p>0,98</p>	$\frac{104,5\text{ cm}}{176\text{ cm}}$ <p>0,59</p>	$0,109 \left[ \sqrt{\frac{1,045\text{m}}{\frac{84,2\text{ kg}}{1,76\text{ m}}}} \right]$ <p>1,39</p>

Por meio da análise da razão cintura/quadril, valor equivalente a 0,98, considera-se que a distribuição de gordura apresentada no exemplo constitui-se em alto risco para a saúde. Com relação ao índice de conicidade, o valor encontrado (1,39) se encontra em posição intermediária, ou seja, equivalente a uma variação teórica esperada entre 1,00 e 1,73. A situação preocupante em relação à distribuição do aporte de gordura corporal se confirma ao comparar o valor da Razão Cintura/Estatura observada (0,59cm) com o ponto de corte previamente estabelecido (0,50) para o aumento da incidência de disfunções crônico-degenerativas.

Quando se utilizam dimensões antropométricas para análise da composição corporal em dois compartimentos, recorre-se a equações de regressão tendo como variável dependente o valor de densidade corporal e como variável independente o somatório de medidas de espessuras de dobras cutâneas de pontos anatômicos específicos, ajustados para unidades logarítmicas de base 10 ou valores quadráticos, que, na sequência, são convertidos na quantidade de gordura corporal relativa ao peso corporal e massa magra.

Neste particular, são inúmeras as equações de regressão à disposição na literatura. Contudo, ao selecionar uma dessas equações de regressão deve-se observar o princípio de validação dessa mesma equação em amostras de indivíduos pertencentes à população que se pretende utilizar.



Para atender especificamente o segmento da população adulta brasileira foram propostas e validadas equações de regressão, ajustadas por unidades de logaritmo, para mulheres e homens.

Mulheres

$$\text{Densidade Corporal (g/ml)} = 1,1665 - 0,0706 \text{ Log}_{10} (\text{DC}_{\text{subescapular}} + \text{DC}_{\text{supra-ilíaca}} + \text{DC}_{\text{coxa medial}})$$

Homens

$$\text{Densidade Corporal (g/ml)} = 1,1714 - 0,0671 \text{ Log}_{10} (\text{DC}_{\text{tricipital}} + \text{DC}_{\text{supra-ilíaca}} + \text{DC}_{\text{abdominal}})$$

Uma vez estimado o valor equivalente à densidade corporal, é calculada a gordura relativa ao peso corporal com base na expressão matemática.

$$\text{Gordura relativa (\%)} = \left[ \frac{4,95}{\text{Densidade corporal}} - 4,50 \right] 100$$

Para ilustrar a sequência de cálculo dessa equação de regressão, considera-se como exemplo hipotético um homem com 28 anos de idade e 78,8kg de peso corporal. Com relação às espessuras de dobras cutâneas, consideram-se dimensões de 15,9, 21,7 e 24,6mm para as regiões tricipital, supra-ilíaca e abdominal, respectivamente:

$$\begin{aligned} \text{Densidade Corporal (g/ml)} &= 1,1714 - 0,0671 \text{ Log}_{10} (\text{DC}_{\text{tricipital}} + \text{DC}_{\text{supra-ilíaca}} + \text{DC}_{\text{abdominal}}) \\ &= 1,1714 - 0,0671 \text{ Log}_{10} (15,9\text{mm} + 21,7\text{mm} + 24,6\text{mm}) \\ &= 1,1714 - 0,0671 \text{ Log}_{10} (62,2\text{mm}) \\ &= 1,1714 - 0,0671 \times 1,7934 \\ &= 1,05106\text{g.ml}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gordura relativa (\%)} &= \left[ \frac{4,95}{\text{Densidade corporal}} - 4,50 \right] 100 \\ &= \left[ \frac{4,95}{1,05106 \text{ g.ml}^{-1}} - 4,50 \right] 100 \\ &= 20,95 \% \end{aligned}$$

Após estimativas da quantidade de gordura relativa ao peso corporal, próximo passo é converter o componente de gordura corporal expresso em porcentagem do peso corporal em valor absoluto.

$$\text{Gordura}_{\text{absoluta}} (\text{kg}) = \text{Peso corporal} \left[ \frac{\text{Gordura relativa (\%)}}{100} \right]$$

$$78,8\text{kg} \left[ \frac{20,95\%}{100} \right]$$

$$16,5\text{kg}$$

Depois, de posse do aporte de gordura corporal em valor absoluto, torna-se possível calcular a dimensão da massa magra.

$$\text{Massa Magra (kg)} = \text{Peso corporal} - \text{Gordura}_{\text{absoluta}}$$

$$78,8\text{kg} - 16,5\text{kg}$$

$$62,3\text{kg}$$

Outras duas equações de regressão que têm tido reconhecida aceitação e aplicação no campo da educação física são as propostas e validadas por Jackson e Pollock. Ambas as equações foram ajustadas mediante polinômios quadráticos.

Mulheres

$$\text{Densidade Corporal (g/ml)} = 1,0994921$$

$$- 0,0009929 (\text{DC}_{\text{tricipital}} + \text{DC}_{\text{supra-ilíaca}} + \text{DC}_{\text{coxa medial}})$$

$$+ 0,0000023 (\text{DC}_{\text{tricipital}} + \text{DC}_{\text{supra-ilíaca}} + \text{DC}_{\text{coxa medial}})^2$$

$$- 0,0001392 (\text{Idade em anos completos})$$

Homens

$$\text{Densidade Corporal (g/ml)} = 1,109380$$

$$- 0,0008267 (\text{DC}_{\text{peitoral}} + \text{DC}_{\text{abdominal}} + \text{DC}_{\text{coxa medial}})$$

$$+ 0,0000016 (\text{DC}_{\text{peitoral}} + \text{DC}_{\text{abdominal}} + \text{DC}_{\text{coxa medial}})^2$$

$$- 0,0002574 (\text{Idade em anos completos})$$

Para exemplificar os procedimentos de cálculo de equação de regressão ajustada mediante modelo quadrático, considera-se, hipoteticamente, uma mulher com 40 anos de idade e dimensões equivalentes às espessuras de dobras cutâneas de 19, 36 e 31 mm, respectivamente:

Densidade

Corporal (g/ml) = 1,0994921	1,0994921	1,0994921
- 0,0009929 (19mm+36mm+31mm)	- 0,0009929 (86mm)	- 0,0854
+ 0,0000023 (19mm+36mm+31mm) <sup>2</sup>	+ 0,0000023 (7396mm)	+ 0,0170
- 0,0001392 (40 anos)	- 0,0001392 (40 anos)	- 0,0056
		1,0255 g/ml

$$\text{Gordura relativa (\%)} = \left[ \frac{4,95}{\text{Densidade corporal}} - 4,50 \right] 100$$

$$\left[ \frac{4,95}{1,0255 \text{ g/ml}} - 4,50 \right] 100$$

$$32,69 \%$$

Ao contrário do que se observa em adultos, raras são as equações com medidas de espessura de dobras cutâneas propostas com o fim de estimar os parâmetros da composição corporal em jovens. Dentre as poucas equações específicas para jovens apresentadas na literatura, as sugeridas por Slaughter são as que têm recebido maior aceitação. Em sua proposição, foi envolvida a proporção de gordura em relação ao peso corporal, obtida pelas informações provenientes de análise multicompartmental como variável dependente, e pelo somatório das medidas de espessura das dobras cutâneas destacadas nas regiões tricipital e subescapular como variável independente. Ainda, as equações foram propostas de acordo com ponto-de-corte para o somatório das medidas de espessura das dobras cutâneas destacadas nas regiões tricipital e subescapular menor ou igual a 35mm. Também, levou-se em conta a cor de pele (branca e negra) e o nível de maturação biológica (pré-púbere, púbere e pós-púbere) dos jovens para definição dos coeficientes das equações:

$$\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}} \leq 35 \text{ mm}$$

Rapazes – Cor de pele branca:

Pré-púbere

$$\% \text{ gord} = 1,21 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}}) - 0,008 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}})^2 - 1,7$$

Púbere

$$\% \text{ gord} = 1,21 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}}) - 0,008 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}})^2 - 3,4$$

Pós-púbere

$$\% \text{ gord} = 1,21 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}}) - 0,008 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}})^2 - 5,5$$

Rapazes – Cor de pele negra:

Pré-púbere

$$\% \text{ gord} = 1,21 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}}) - 0,008 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}})^2 - 3,5$$

Púbere

$$\% \text{ gord} = 1,21 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}}) - 0,008 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}})^2 - 5,2$$

Pós-púbere

$$\% \text{ gord} = 1,21 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}}) - 0,008 (\sum \text{DC}_{\text{tricipital} + \text{subescapular}})^2 - 6,8$$

Moças – Cor de pele branca ou negra e de qualquer nível de maturação biológica:

$$\% \text{ gord} = 1,33 (\sum \text{DC}_{\text{tricpital} + \text{subescapular}}) - 0,013 (\sum \text{DC}_{\text{tricpital} + \text{subescapular}})^2 - 2,5$$

$$\sum \text{DC}_{\text{tricpital} + \text{subescapular}} > 35\text{mm}$$

Rapazes – Cor de pele branca ou negra e de qualquer nível de maturação biológica:

$$\% \text{ gord} = 0,783 (\sum \text{DC}_{\text{tricpital} + \text{subescapular}}) + 1,6$$

Moças - Cor de pele branca ou negra e de qualquer nível de maturação biológica:

$$\% \text{ gord} = 0,546 (\sum \text{DC}_{\text{tricpital} + \text{subescapular}}) + 9,7$$

### **Controle do Peso Corporal**

Aspecto merecedor de atenção especial no campo da saúde é a proposição de limites teoricamente esperados para o peso corporal. Em tese, os limites esperados para o peso corporal constituem-se em pontos-de-corte que possam minimizar a possibilidade de aparecimento de riscos predisponentes ao desenvolvimento de morbidades específicas ocasionadas pelo excesso de gordura e peso corporal.

Proposta simplificada e imediata direcionada à proposição de limites esperados para o peso corporal, independentemente das frações de seus constituintes (gordura e massa magra), envolve ajuste matemático com base no modelo de cálculo para o índice de massa corporal. Portanto, nesse caso, deverão ser consideradas as mesmas limitações sobre o uso do índice de massa corporal como indicador antropométrico associado à composição corporal.

Retomando a expressão matemática proposta para o cálculo do índice de massa corporal e considerando a proposição de pontos-de-corte de acordo com sexo e idade direcionados a um suposto peso corporal saudável, encontra-se as relações:

$$\begin{array}{l} \text{Ponto-de-corte inferior} \\ \text{para o IMC de acordo com} \\ \text{sexo e idade} \end{array} = \frac{\text{Peso corporal (kg)}}{\text{Estatura (m}^2\text{)}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Ponto-de-corte superior} \\ \text{para o IMC de acordo com} \\ \text{sexo e idade} \end{array} = \frac{\text{Peso corporal (kg)}}{\text{Estatura (m}^2\text{)}}$$

Considerando que as informações sobre os pontos-de-corte inferior e superior para o índice de massa corporal, de acordo com sexo e idade, estão disponíveis na literatura e que a

medida de estatura do individuo tratado é conhecida, mediante ajuste matemático encontra-se as expressões matemáticas:

$$\text{Peso Corporal Esperado}_{\text{limite inferior}}(\text{kg}) = \frac{\text{Ponto-de-corte inferior}}{\text{para o IMC de acordo com sexo e idade}} (\text{kg/m}^2) \times \text{Estatura (m)}^2$$

$$\text{Peso Corporal Esperado}_{\text{limite superior}}(\text{kg}) = \frac{\text{Ponto de corte superior}}{\text{para o IMC de acordo com sexo e idade}} (\text{kg/m}^2) \times \text{Estatura (m)}^2$$

Para ilustrar a utilização das expressões matemáticas, assume-se exemplo hipotético de um homem, com 28 anos de idade, medida de estatura equivalente a 1 metro e 74cm e peso corporal de 78,8kg. Ao recorrer às informações disponíveis na literatura, verifica-se que os limites desejáveis preconizados para o índice de massa corporal para homens com 28 anos estão entre 20 e 25 kg/m<sup>2</sup>.

$$\begin{aligned} \text{Peso Corporal Esperado}_{\text{limite inferior}}(\text{kg}) &= 20\text{kg/m}^2 \times (1,74\text{m})^2 \\ &= 20\text{kg/m}^2 \times 3,0276\text{m}^2 \\ &= 60,6\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso Corporal Esperado}_{\text{limite superior}}(\text{kg}) &= 25\text{kg/m}^2 \times (1,74\text{m})^2 \\ &= 25\text{kg/m}^2 \times 3,0276\text{m}^2 \\ &= 75,7\text{kg} \end{aligned}$$

Desse modo, considera-se que, nessas condições, os limites teoricamente esperados para o peso corporal estão entre 60,6 e 75,7kg. Levando em conta que a medida do peso corporal do homem em questão é 78,8kg, constata-se excesso de peso corporal de no mínimo 3,1kg (78,8kg – 75,7kg = 3,1kg). De outra forma, para que o homem considerado no exemplo possa minimizar a possibilidade de aparecimento de riscos predisponentes ao desenvolvimento de morbididades específicas associadas ao excesso de peso corporal, este deverá manter seu peso corporal entre 60,6 e 75,7kg. Portanto, observa-se um sobrepeso da ordem de 3,1kg.

Na sequência, para estabelecer se o individuo que está sendo analisado apresenta sobrepeso acompanhado de excesso de gordura corporal ou se apresenta sobrepeso apenas por causa do maior desenvolvimento de outros constituintes do corpo, torna-se necessário recorrer à análise fracionada do peso corporal. Dessa forma, adota-se modelo de cálculo que considera os limites teoricamente esperados para o peso corporal resultante do componente de massa

isenta de gordura ou, dependendo dos procedimentos de medida utilizados para as estimativas de fracionamento do peso corporal, de massa magra, adicionando uma quantidade “ótima” de gordura corporal:

$$\text{Peso Corporal}_{\text{esperado}} \text{ (kg)} = \text{Massa magra (kg)} + \text{Gordura corporal "ótima" (kg)}$$

Neste caso, a quantidade “ótima” de gordura corporal é calculada mediante o produto entre o peso corporal esperado e sua fração:

$$\text{Gordura corporal "ótima" (kg)} = \text{Peso corporal}_{\text{esperado}} \text{ (kg)} \times \text{Fração da proporção "ótima" de gordura corporal (\% Gordura)}$$

Ao substituir esta relação no modelo original, o peso corporal esperado resulta da divisão entre a quantidade de massa magra do indivíduo e o inverso da fração de proporção “ótima” de gordura corporal:

$$\text{Peso corporal}_{\text{esperado}} \text{ (kg)} = \text{Massa magra (kg)} + [\text{Peso corporal}_{\text{esperado}} \text{ (kg)} \times \% \text{ Gordura}]$$

$$\text{Massa magra (kg)} = \text{Peso corporal}_{\text{esperado}} \text{ (kg)} - [\text{Peso corporal}_{\text{esperado}} \text{ (kg)} \times \% \text{ Gordura}]$$

$$\text{Massa magra (kg)} = \text{Peso corporal}_{\text{esperado}} \text{ (kg)} \times [1 - \% \text{ Gordura}]$$

$$\text{Peso corporal}_{\text{esperado}} \text{ (kg)} = \frac{\text{Massa magra}}{[1 - \% \text{ Gordura}]}$$

Com relação à proposição de indicadores referenciais associados à proporção “ótima” de gordura corporal, não obstante a adiposidade corporal ser influenciada por interações entre fatores genéticos e ambientais, além de apresentar tendência de elevação com a idade, estudos com indivíduos adultos recomendam valores por volta de 12 a 15% do peso corporal como gordura para os homens (fração de gordura entre 0,12 e 0,15) e de 22 a 25% do peso corporal como gordura para as mulheres (fração de gordura entre 0,22 e 0,25).

Retomando o exemplo anterior, homem, 28 anos de idade, 78,8kg de peso corporal e, assumindo supostamente uma quantidade de massa magra equivalente a 62,3kg, ao considerar 12% do peso corporal como proporção “ótima” de gordura, estima-se um peso corporal esperado de 70,8kg:

$$\text{Peso corporal}_{\text{esperado}} \text{ (kg)} = \frac{\text{Massa magra}}{[1 - \% \text{ Gordura}]}$$

$$\begin{array}{r} 62,3\text{kg} \\ \hline (1 - 0,12) \\ \\ 62,3\text{kg} \\ \hline 0,88 \\ \\ 70,8\text{kg} \end{array}$$

Levando em conta 15% do peso corporal como proporção “ótima” de gordura, estima-se um peso corporal esperado de 73,3kg:

$$\begin{array}{r} \text{Peso corporal}_{\text{esperado}} \text{ (kg)} = \frac{\text{Massa magra}}{(1 - \% \text{ Gordura})} \\ \\ \frac{62,3\text{kg}}{(1 - 0,15)} \\ \\ \frac{62,3\text{kg}}{0,85} \\ \\ 73,3\text{kg} \end{array}$$

Portanto, pela análise em separado do componente de massa magra e de gordura corporal existem evidências de um excesso de peso corporal por volta de 8,0kg (78,8kg – 70,8kg) e 5,5kg (78,8kg – 73,3kg).

## Referencias

- Eston R, Reilly T. Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual – tests, procedures and data. Volume One: Anthropometry. 3<sup>a</sup> Edition. London: Rowthedge. 2008.
- FEMEDE – Federação Espanhola de Medicina del Deporte. Manual de Cineantropometria. Madrid: FEMEDE. 2003.
- Fragoso I, Vieira F. Morfologia e crescimento. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa. 2000.
- Guedes DP, Guedes JERP. Crescimento, composição corporal e desempenho motor em crianças e adolescentes. São Paulo: CLR Balieiro. 2004
- Guedes DP. Guedes JERP. Manual prático para avaliação em educação física. São Paulo: Manole. 2006.
- Heyward VH. Wagner DR. Applied body composition assessment. 2<sup>a</sup> Edition. Champaign, Il: Human Kinetics. 2004.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. 2<sup>a</sup> Edition. Champaign, Il: Human Kinetics. 2004.
- Lopes AL, Ribeiro GS. Antropometria – aplicação à saúde e ao desempenho esportivo: uma abordagem a partir da metodologia ISAK. Rio de Janeiro: Rubio. 2014.
- Mussoi TD. Avaliação nutricional na prática clínica: da gestação ao envelhecimento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2014.
- Nacif MAL, Vieleig RF. Avaliação antropométrica no ciclo da vida. 2<sup>a</sup> Edição. São Paulo: Metha. 2011.
- Norton K, Olds T. Antropométrica. Porto Alegre: ArtMed. 2005.
- Peedy VR. Handbook of anthropometry: physical measures of human form in health and disease. New York: Springer. 2012.
- Petroski EL. Antropometria: técnica e padronização. 5<sup>a</sup> Edição. São Paulo: Editora Fantoura. 2011.
- Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG. Human body composition. 2<sup>a</sup> Edition. Champaign, Il: Human Kinetics. 2005.



# **ARTIGO CIENTÍFICO**

## CONCORDÂNCIA ENTRE PROPORÇÃO DE GORDURA CORPORAL ESTIMADA MEDIANTE USO DE PROCEDIMENTOS ANTROPOMÉTRICOS E TÉCNICA PLESTISMOGRÁFICA

### Resumo

**Objetivo:** Analisar concordância entre quantidades de gordura corporal relativa ao peso corporal estimadas mediante dois diferentes procedimentos antropométricos (índice de massa corporal [%Gord<sub>IMC</sub>] e medidas de espessura de dobras cutâneas [%Gord<sub>DC</sub>]) e técnica pletismográfica de corpo inteiro [%Gord<sub>BodPod</sub>].

**Métodos:** Amostra constituída por 194 adultos (90 mulheres e 104 homens) com idade entre 19 e 28 anos. Para estimativas da %Gord<sub>DC</sub> utilizou-se equações propostas por Jackson et al, enquanto no caso da %Gord<sub>IMC</sub> recorreu-se à equação de Deurenberg et al. %Gord<sub>BodPod</sub> foi estimada através de fórmula idealizada por Siri. Nível de concordância foi analisada mediante teste t pareado, correlação momento-produto de Pearson (r), desvio-padrão da diferença (DP<sub>dif</sub>) e plotagem de Bland-Altman.

**Resultados:** Valores médios entre %Gord<sub>BOD POD</sub>, %Gord<sub>IMC</sub> e %Gord<sub>DC</sub> não diferiram significativamente e dimensões de r oscilaram entre 0,85 e 0,91. Plotagem de Bland-Altman revelou diferenças médias  $\leq 1\%$  de gordura corporal estimada; porém, %Gord<sub>IMC</sub> e %Gord<sub>DC</sub> demonstraram limitada capacidade individual de concordância com %Gord<sub>BOD POD</sub>, sobretudo, em mulheres e valores extremos de gordura corporal. Quando das comparações entre %Gord<sub>DC</sub> e %Gord<sub>BOD POD</sub>, homens apresentaram DP<sub>dif</sub> = 3,34% e mulheres DP<sub>dif</sub> = 4,38%. No caso das comparações entre %Gord<sub>IMC</sub> e %Gord<sub>BOD POD</sub>, homens e mulheres apresentaram DP<sub>dif</sub> equivalentes a 3,41% e 3,12%, respectivamente.

**Conclusão:** Assumindo como referência %Gord<sub>BOD POD</sub>, embora %Gord<sub>IMC</sub> e %Gord<sub>DC</sub> quando analisados em grupos de sujeitos produziram valores similares, foram identificados viés individuais excepcionalmente elevados. Desse modo, recomenda-se que ambos os procedimentos antropométricos sejam igualmente interpretados mediante algumas precauções e com cautela.

**Palavras-chave:** Composição corporal, antropometria, espessuras de dobras cutâneas, índice de massa corporal, equação de predição.

## AGREEMENT BETWEEN BODY FAT PERCENTAGE ESTIMATED BY USE OF ANTHROPOMETRIC PROCEDURES AND PLETHYSMOGRAPHY TECHNIQUE

### Abstract

**Objective:** To analyze the level of agreement between body fat percentage estimated by two different anthropometric procedures (skinfold thickness measurements [%BF<sub>skinfold</sub>] and body mass index [%BF<sub>BMI</sub>]) and air displacement plethysmography technique [%BF<sub>BodPod</sub>].

**Methods:** A total of 194 subjects (90 females and 104 males) aged 19-28 years old were included in the study. For estimates of the %BF<sub>skinfold</sub> the equations proposed by Jackson et al were used, while in the case of %BF<sub>BMI</sub> the equation of Deurenberg et al %BF<sub>BodPod</sub> was estimated by formula idealized by Siri. Level of agreement was analyzed by paired t-test, Pearson's product-moment correlation (r), standard deviation of difference (SD<sub>dif</sub>) and Bland-Altman plots.

**Results:** Mean values between %BF<sub>BodPod</sub>, %BF<sub>skinfold</sub> and %BF<sub>BMI</sub> did not differ significantly and r dimensions ranged from 0.85 to 0.91. Bland-Altman plot revealed mean differences  $\leq 1\%$  estimated body fat; however, %BF<sub>skinfold</sub> and %BF<sub>BMI</sub> showed limited individual capacity to agree with %BF<sub>BodPod</sub>, especially in females and extreme values of body fat. Comparisons between %BF<sub>skinfold</sub> and %BF<sub>BodPod</sub>, men presented SD<sub>dif</sub> = 3.34% and females SD<sub>dif</sub> = 4.38%. In the case of comparisons between %BF<sub>BMI</sub> and %BF<sub>BodPod</sub>, men and females presented SD<sub>dif</sub> equivalent to 3.41% and 3.12%, respectively.

**Conclusion:** Assuming as reference %BF<sub>BodPod</sub>, although %BF<sub>skinfold</sub> and %BF<sub>BMI</sub> when analyzed at a group level produced similar values, were identified exceptionally high individual biases. Therefore, it is recommended that both anthropometric procedures are equally interpreted with some precautions and with caution.

**Key words:** Body composition, anthropometry, skinfold thickness, body mass index, prediction equations.

## Introdução

A análise da composição corporal pode disponibilizar valiosas informações para identificar o estado nutricional, contribuir no diagnóstico de algumas patologias específicas e, sobretudo, monitorar programas de variação e controle do peso corporal mediante intervenções dietéticas e de prática de exercício físico <sup>[1]</sup>. Portanto, técnicas e procedimentos de medida que oferecem maior acessibilidade e precisão na definição de seus componentes são essenciais para profissionais que atuam na área.

Tradicionalmente, a composição corporal é considerada sob um sistema de dois componentes: gordura e massa magra. O componente de gordura representa a matéria lipídica de diversos tipos e características presente no organismo, enquanto o componente de massa magra refere-se à parte do peso corporal que permanece após o componente de gordura possível de ser dimensionado ser removido. Portanto, além de quantidade não determinada de lipídios essenciais, o componente de massa magra é constituído basicamente por músculos, ossos, órgãos, pele e por todos os demais tecidos não-gordurosos <sup>[2]</sup>.

No momento, dependendo da finalidade e do rigor de medida necessário, várias técnicas envolvendo procedimentos laboratoriais e clínicos estão disponíveis para análise da composição corporal, cada uma com suas próprias vantagens e limitações <sup>[3,4]</sup>. Especificamente no caso dos procedimentos laboratoriais, ao selecionar uma técnica de medida deve-se ter em conta o investimento financeiro na aquisição dos equipamentos, a necessidade de envolver profissional especializado em seu manuseio, a exposição dos sujeitos à radiação ou à ingestão de substâncias marcadoras, o dispêndio de tempo para obter e tratar as informações e a validação e exatidão de medida.

Neste particular, a partir do surgimento da versão comercial da câmara Bod Pod® (*Life Measurement Instruments, Concord, CA, EUA*), em 1995 <sup>[5]</sup>, a pletismografia de corpo inteiro por deslocamento de ar - *Air Displacement Plethysmography* - passou a ser uma técnica laboratorial de grande aceitação <sup>[6]</sup>. Em síntese, inicialmente, a técnica pletismográfica estabelece estimativa do valor de densidade corporal através das medidas de volume e peso corporal, sendo que a medida de volume corporal baseia-se na aplicação da lei de deslocamento de ar de

Boyle: em uma câmara hermenêutica o volume e a pressão variam em proporção inversa – enquanto o volume corporal aumenta, a pressão interna da câmara diminui, e vice-versa. Na sequência, uma vez estimada o valor de densidade corporal, é realizada sua conversão em proporção de gordura relativa ao peso corporal com o uso de fórmulas disponibilizadas na literatura <sup>[7]</sup>. Em estudos anteriores a câmara BodPod tem demonstrado elevada reprodutibilidade de medida, com coeficientes teste-reteste de 0,99 <sup>[8]</sup> e coeficientes de variação inter e intra dias próximos de 2% <sup>[6]</sup>.

Por outro lado, a simplicidade de seus protocolos, a inocuidade, a relativa facilidade de interpretação e as menores restrições culturais, por se tratar de medidas externas de dimensões corporais, elegem a técnica antropométrica como a de maior aplicabilidade no contexto clínico. Para análise da composição corporal as medidas de espessura de dobras cutâneas e os índices que envolvem medidas equivalentes ao peso corporal e à estatura são os indicadores antropométricos mais comumente empregados <sup>[9]</sup>.

O uso das medidas de espessura de dobras cutâneas como recurso de análise da composição corporal está alicerçado na observação de que grande proporção de gordura corporal encontra-se localizada no tecido subcutâneo e, dessa forma, a dimensão de sua espessura pode ser utilizada como indicador da quantidade de gordura localizada naquela região anatômica. No entanto, como a disposição da gordura localizada no tecido subcutâneo não se apresenta de maneira uniforme por todo o corpo, são realizadas medidas em três ou quatro regiões representativas da disposição de gordura corporal, estabelecendo-se seu somatório a fim de se obter visão mais bem definida sobre sua quantidade <sup>[10]</sup>. Por sua vez, admite-se que o maior acúmulo de gordura corporal induz a um aumento nas medidas de peso corporal e, por sua vez, nos valores dos índices de peso corporal para estatura, o que justifica, a despeito de limitações observadas em segmentos específicos da população, o seu emprego na análise da composição corporal <sup>[11]</sup>. Em relação às estratégias de interpretação, as medidas de espessura das dobras cutâneas e os valores dos índices de peso corporal para estatura são envolvidos em equações, previamente ajustadas e validadas para uso na população em questão, com intenção de estimar a quantidades de gordura corporal relativa ao peso corporal <sup>[9]</sup>.

Indubitavelmente as técnicas laboratoriais oferecem estimativas bastante precisas sobre o componente de gordura corporal e se tornam, portanto, a primeira opção para a análise da composição corporal. No entanto, por vezes, em razão do elevado custo dos serviços, da sofisticação metodológica e da dificuldade em envolver os sujeitos nos procedimentos de medida, sua utilização torna-se limitada. Neste sentido, a técnica antropométrica tem encorajado quantidade cada vez maior de profissionais a recorrer aos seus procedimentos. Contudo, manifesta-se interesse em identificar a capacidade de concordância entre estimativas da proporção de gordura relativa ao peso corporal produzidas por técnica antropométrica e recursos laboratoriais mais sofisticados e de maior acurácia.

Assim, o objetivo do estudo foi identificar a concordância entre quantidades de gordura relativa ao peso corporal estimadas mediante duas diferentes técnicas antropométricas (medidas de espessura de dobras cutâneas [%Gord<sub>DC</sub>] e índice de massa corporal [%Gord<sub>IMC</sub>] e técnica pletismográfica de corpo inteiro [%Gord<sub>BodPod</sub>]).

### **Procedimentos Metodológicos**

Para a elaboração do estudo foram selecionados acadêmicos matriculados nos cursos de educação física e esporte da Universidade Estadual de Londrina, Paraná. Os protocolos de intervenção foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição e acompanharam normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos. A inclusão dos sujeitos no estudo ocorreu por desejo em participar do experimento. Para tanto, todos os acadêmicos matriculados e que frequentavam ambos os cursos no ano letivo 2012 foram contatados e informados quanto à sua natureza e objetivos e convidados a participarem do estudo. Mediante confirmação pelo termo de consentimento livre e esclarecido, 194 universitários (90 mulheres e 104 homens) concordaram em participar do estudo.

As estimativas da %Gord<sub>BodPod</sub> foram realizadas por meio da técnica de pletismografia por deslocamento de ar mediante o uso do equipamento Bod Pod® (*Life Measurement Instruments, Concord, CA, EUA*), que consiste de uma câmara dupla, balança eletrônica acoplada, computador e sistema virtual (*software* versão 3.2.5). O equipamento foi instalado em sala específica para minimizar interferências devido ao fluxo de ar entre portas e janelas. Diariamente o equipamento foi

calibrado de acordo com normas do fabricante, utilizando-se cilindro com volume conhecido (50 litros), e a rotina de calibração foi repetida previamente ao início de cada medida. A balança acoplada a câmara também foi aferida com referencial de 20kg imediatamente antes de iniciar as seções de medida. Após a calibração, os voluntários foram submetidos aos procedimentos de medida usando o mínimo de roupa possível, homens sunga e mulheres *maiô* ou *short*, e touca de natação na cabeça com intuito de minimizar potencial erro devido ao ar isotérmico aprisionado em roupas e cabelo. Para se evitar alterações indesejáveis em relação aos valores obtidos, durante os procedimentos de medida não foi permitido o uso de objetos metálicos como brincos, anéis, correntes, relógio, pulseiras, *piercing*, etc.

Os procedimentos de medida foram realizados após período de 8-10 horas em jejum, entre 07:00 e 09:00 horas da manhã. Inicialmente, os dados de identificação do voluntário foram incluídos no software do equipamento. Depois, o voluntário foi pesado na própria balança do equipamento com sensibilidade de três casas decimais. Durante todo o procedimento de medida, o voluntário permaneceu sentado no interior da câmara e a cada etapa do procedimento a porta do pletismografo foi aberta para dar sequência à medida. Na última etapa do procedimento, foi solicitado ao voluntário que realizasse três incursões respiratórias; após isso, a medida foi finalizada <sup>[12]</sup>. Caso essas incursões fossem realizadas acima do padrão aceitável, o próprio software do equipamento recusava os valores obtidos, exigindo, portanto, novo procedimento de medida, até que a mesma fosse apontada como adequada. Cada procedimento de medida teve duração média de quatro minutos, sendo neste período realizada a medida do volume ocupado pelo voluntário, observando-se princípio de Boyle. Foram analisadas ainda variáveis pulmonares necessárias para realizar inferências do volume corporal. Assim, foram medidas as variações entre pressão e volume para se estimar a densidade corporal <sup>[13]</sup>. A partir desses dados, a proporção de gordura em relação ao peso corporal foi estabelecida baseando-se na equação de Siri <sup>[7]</sup>.

Entre as inúmeras equações envolvendo medidas de espessura de dobras cutâneas disponibilizadas na literatura optou-se por utilizar os modelos propostos por Jackson et al <sup>[14,15]</sup>, envolvendo o somatório das medidas de espessura de três dobras cutâneas transformado em unidade logarítmico (mulheres: tricipital, supra-ílfaca e coxa medial; homens: peitoral, abdominal e coxa medial). Os dois modelos

de equação selecionados predizem valores de densidade corporal. Dessa forma, a  $\%Gord_{DC}$  foi estimada por intermédio da fórmula de ajuste matemático desenvolvida por Siri <sup>[7]</sup>, baseando-se nos valores de densidade corporal preditos por cada equação. Os protocolos adotados para as medidas de espessura das dobras cutâneas acompanharam descrição apresentada nos estudos originais que propuseram os modelos de equações selecionados, inclusive com relação ao tipo de compasso empregado. Neste caso, compasso específico do tipo Lange<sup>®</sup> (*Beta Technology Incorporated*).

Quanto à equação para estimativa da  $\%Gord_{IMC}$ , optou-se por selecionar o modelo desenvolvido por Deurenberg et al <sup>[11]</sup>. Assim, além do índice de massa corporal, informações quanto ao sexo e à idade cronológica completaram o grupo das variáveis independentes. O índice de massa corporal foi calculado mediante a razão entre medida de peso corporal, expressa em quilogramas, e da estatura, expressa em metros ao quadrado ( $kg/m^2$ ). Para determinar as medidas de peso corporal foi empregada balança antropométrica com definição de 10g, marca SECA, modelo 813, aferida a cada dez pesagens, enquanto para as medidas de estatura foi utilizado estadiômetro de alumínio com escala de 1mm, marca SECA, modelo 213, a partir da metodologia apresentada por Gordon et al <sup>[16]</sup>.

As medidas de espessura das dobras cutâneas, peso corporal e estatura foram aferidas sempre pelos mesmos dois pesquisadores, com ampla experiência na realização de medidas antropométricas com essas características, durante os meses de agosto e novembro de 2012. No que se refere à qualidade dos dados, foram realizadas réplicas de medidas a cada 10 sujeitos que participavam da amostra do estudo. As magnitudes do erro técnico de medida oscilaram entre 0,2 e 1,9mm para as medidas de espessura das dobras cutâneas, 30 e 70g para as medidas de peso corporal, 1 e 5mm para as medidas de estatura.

O tratamento estatístico dos dados foi realizado mediante o pacote computadorizado *Statistical Package for the Social Science* (SPSS), versão 22. Para caracterização da amostra selecionada para o estudo recorreu-se aos procedimentos da estatística descritiva (média±desvio-padrão) e, posteriormente, para identificar diferenças entre os sexos, ao teste t de Student não-pareado. Informações quanto à concordância entre  $\%Gord_{BodPod}$  e as quantidades de gordura relativa ao peso corporal estimadas pelas técnicas antropométricas ( $\%Gord_{DC}$  e



%Gord<sub>IMC</sub>) foram analisadas mediante teste t de Student pareado, coeficiente de correlação momento-produto de Pearson, desvio-padrão da diferença média e plotagem em diagrama de dispersão de acordo com a técnica desenvolvida por Bland e Altman <sup>[17]</sup>.

## Resultados

Informações estatísticas referentes às variáveis analisadas são disponibilizadas na tabela 1. Os voluntários reunidos no estudo apresentaram idades entre 19 e 28 anos e, quando da comparação entre os valores médios observados em ambos os sexos, as diferenças encontradas não foram apontadas estatisticamente. No entanto, constatam-se valores médios significativamente mais elevados entre os rapazes equivalentes ao peso corporal ( $t = 12,139$ ;  $p \leq 0,001$ ), à estatura ( $t = 16,748$ ;  $p \leq 0,001$ ) e ao índice de massa corporal ( $t = 3,814$ ;  $p = 0,023$ ). Quanto às medidas de espessura de dobras cutâneas, foi observado valor médio estatisticamente maior entre as moças no único ponto anatômico possível de comparação: coxa medial ( $t = 19,225$ ;  $p \leq 0,001$ ). Ainda, diferenças estatísticas favoráveis as moças foram constatadas na quantidade de gordura relativa ao peso corporal independente da técnica de medida empregada para sua estimativa.

**Tabela 1** – Valores de média, desvio-padrão e estatística “t” das variáveis analisadas no estudo.

	Mulheres (n = 90)	Homens (n = 104)	Teste “t”	p
Idade (anos)	22,38 ± 3,17	23,81 ± 3,74	1,472	ns
Peso Corporal (kg)	58,57 ± 6,94	70,85 ± 7,92	12,139	≤ 0,001
Estatura (cm)	164,78 ± 5,23	176,63 ± 5,16	16,748	≤ 0,001
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22,64 ± 4,31	23,91 ± 3,07	3,814	0,023
Espessuras de dobras cutâneas (mm)				
Tricipital	22,47 ± 6,47	-		
Peitoral	-	12,02 ± 4,64		
Supra-ilíaca	18,94 ± 7,73	-		
Abdominal	-	29,17 ± 8,89		
Coxa medial	29,87 ± 8,15	17,46 ± 5,32	19,225	≤ 0,001
Proporção de gordura relativa ao peso corporal (%)				
%Gord <sub>BodPod</sub>	25,56 ± 5,35	15,87 ± 4,91	27,418	≤ 0,001
%Gord <sub>DC</sub>	26,23 ± 5,86	16,88 ± 4,79	28,052	≤ 0,001
%Gord <sub>IMC</sub>	25,09 ± 5,86	15,22 ± 5,39	26,473	≤ 0,001

IMC: índice de massa corporal

%Gord<sub>BodPod</sub>: proporção de gordura corporal estimada pela técnica pletismográfica

%Gord<sub>DC</sub>: proporção de gordura corporal estimada por espessura de dobras cutâneas

$\%Gord_{IMC}$ : proporção de gordura corporal estimada pelo índice de massa corporal

Indicadores estatísticos quanto à concordância entre  $\%Gord_{BodPod}$  e as quantidades de gordura relativa ao peso corporal estimadas por ambas os procedimentos antropométricos ( $\%Gord_{DC}$  e  $\%Gord_{IMC}$ ) são mostrados na tabela 2. Em ambos os sexos, os valores médios equivalentes às quantidades de gordura relativa ao peso corporal estimadas pelos três procedimentos de medida não diferiram estatisticamente. As dimensões dos coeficientes de correlação alcançaram significância estatística e oscilaram entre 0,70 e 0,81, com tendência para escores mais elevados nos homens. Quanto ao desvio-padrão da diferença média, tendo como referência a  $\%Gord_{BodPod}$ , nas mulheres, maior valor foi observado quando da comparação com a  $\%Gord_{DC}$  (4,38%); enquanto nos homens, verificou-se importante similaridade nas diferenças médias constatadas na comparação entre  $\%Gord_{BodPod}$  e ambos os procedimentos antropométricos ( $\%Gord_{DC}$  [3,34%] e  $\%Gord_{IMC}$  [3,41%]).

**Tabela 2** - Indicadores estatísticos quanto à concordância entre valores de gordura relativa ao peso corporal estimados pela técnica de pletismografia ( $\%Gord_{BodPod}$ ) e procedimentos antropométricos ( $\%Gord_{DC}$  e  $\%Gord_{IMC}$ ).

	Teste t	r	DP <sub>dif</sub> (%)
<b>Mulheres</b>			
$\%Gord_{BodPod}$ versus $\%Gord_{DC}$	1,275 (ns)	0,70 ( $p \leq 0,001$ )	4,38
$\%Gord_{BodPod}$ versus $\%Gord_{IMC}$	0,871 (ns)	0,72 ( $p \leq 0,001$ )	3,12
<b>Homens</b>			
$\%Gord_{BodPod}$ versus $\%Gord_{DC}$	1,096 (ns)	0,81 ( $p \leq 0,001$ )	3,34
$\%Gord_{BodPod}$ versus $\%Gord_{IMC}$	1,712 (ns)	0,76 ( $p \leq 0,001$ )	3,41

r: Coeficiente de correlação momento-produto de Pearson

DP<sub>dif</sub>: Desvio-padrão da diferença média

Na figura 1 são ilustrados os diagramas de dispersão com a plotagem da média das quantidades de gordura relativa ao peso corporal estimadas por cada modelo envolvendo a técnica antropométrica ( $\%Gord_{DC}$  e  $\%Gord_{IMC}$ ) e a  $\%Gord_{BodPod}$  (abscissa), e as diferenças individuais entre ambos os modelos considerados (ordenada). A disposição gráfica dos dados sugere menor concordância entre as moças e nas comparações entre  $\%Gord_{BodPod}$  e  $\%Gord_{DC}$  em ambos os sexos. As diferenças médias e os respectivos limites de concordância

variam entre  $-0,22 \pm 1,08$  (%Gord<sub>IMC</sub> entre as moças) e  $0,59 \pm 1,70$  (%Gord<sub>DC</sub> entre os rapazes).

Análise específica revela que a %Gord<sub>DC</sub> e a %Gord<sub>IMC</sub> tendem a concordar mais proximamente com a %Gord<sub>BodPod</sub> em valores estimados próximos de 25% e 15% para mulheres e homens, respectivamente. Quando da comparação entre cada um dos modelos antropométricos e %Gord<sub>BodPod</sub>, apesar de serem encontradas diferenças médias  $\leq 1\%$  de gordura corporal estimada, foram identificados limites de concordância individual demasiadamente elevados nos valores extremos de gordura corporal. Neste caso, em comparação com a %Gord<sub>BodPod</sub>, mulheres e homens mais magros apresentaram valores equivalentes à %Gord<sub>DC</sub> e à %Gord<sub>IMC</sub> significativamente menores; contudo, com o aumento da concentração de gordura corporal a magnitude das diferenças tenderam a diminuir, de modo que, nos universitários com maior acúmulo de gordura corporal os valores equivalentes à %Gord<sub>BodPod</sub> se apresentaram significativamente mais elevados que os valores estimados pelos procedimentos antropométricos, sobretudo, %Gord<sub>DC</sub>.

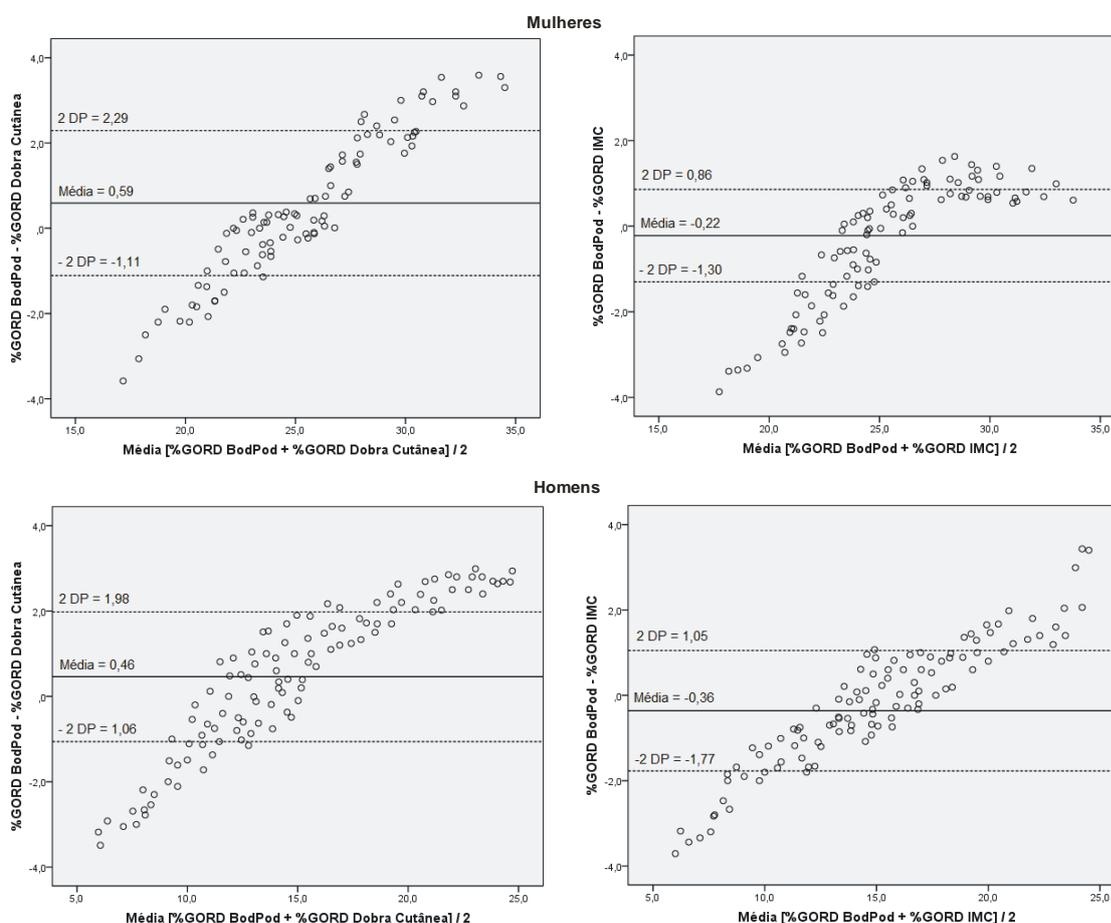


Figura 1 – Plotagem de *Bland-Altman* para os limites de concordância entre os valores de gordura relativa ao peso corporal estimados por técnicas antropométricas (medidas de espessura de dobras cutâneas [%GORD Dobra Cutânea] e índice de massa corporal [%GORD IMC] e técnica pletismográfica de corpo inteiro [%GORD BodPod]).

## Discussão

Eventuais concordâncias entre %Gord<sub>IMC</sub>, %Gord<sub>DC</sub> e %Gord<sub>BodPod</sub> foram analisadas mediante quatro recursos estatísticos: teste t de *Student* para dados pareados, coeficiente de correlação momento-produto, desvio-padrão da diferença média e plotagem em diagrama de dispersão de acordo com técnica desenvolvida por Bland e Altman<sup>[17]</sup>. Com relação ao teste t, apesar da tendência da %Gord<sub>DC</sub> apresentar estimativas de gordura relativa ao peso corporal discretamente mais elevadas, verificou-se que, quando da comparação entre estimativas de gordura corporal realizadas mediante ambos os procedimentos antropométricos e a técnica de pletismografia, as diferenças observadas não foram apontadas estatisticamente. Esses achados são consistentes com informações provenientes de estudos disponibilizados na literatura, envolvendo quantidades de gordura corporal estimadas por procedimentos antropométricos e laboratoriais diferentes daqueles empregados no presente estudo<sup>[19-22]</sup>.

Quanto aos coeficientes de correlação, constatou-se que os valores encontrados são similares aos observados por outros estudos realizados anteriormente. O estudo desenvolvido por Deurenberg et al<sup>[23]</sup> relata valores de r com variações de 0,62 a 0,77 entre %Gord<sub>IMC</sub> e método de referência baseado em informações equivalentes à absorptometria radiológica de dupla energia e à pesagem hidrostática. Também, neste mesmo estudo, os resultados encontrados mostraram que os valores médios para a %Gord<sub>IMC</sub> e para a quantidade de gordura relativa ao peso corporal estimada pelos métodos de referência não apresentaram diferenças significativas estatisticamente. Portanto, assumindo comparações entre os valores médios e as medidas de associação estatística pode-se inferir, a princípio, de que as dimensões da %Gord<sub>IMC</sub>, %Gord<sub>DC</sub> e %Gord<sub>BodPod</sub> apresentaram concordâncias suficientes que possam permitir a realização de possíveis comparações.

No entanto, ao analisar informações adicionais por intermédio do desvio-padrão da diferença média e da técnica proposta por *Bland-Altman* constataram-se indícios de que a capacidade de concordância entre os valores individuais de

gordura relativa ao peso corporal estimados pelos procedimentos antropométricos e pela técnica de plestimografia pode ficar comprometida. Neste sentido, por conta dos pressupostos estatísticos envolvidos em seus cálculos, o desvio-padrão da diferença média e a técnica de *Bland-Altman* deverão apresentar maior sensibilidade na detecção de diferenças neste tipo de comparação do que análises convencionais envolvendo valores médios e coeficientes de correlação. Em tese, assume-se que, diferenças positivas e negativas detectadas entre dois conjuntos de medidas não deverão, necessariamente, afetar os valores médios e a magnitude dos indicadores de associação de maneira mais efetiva. Porém, poderão restringir substancialmente o grau de concordância individual entre ambos os conjuntos de medida <sup>[24]</sup>, o que pode ser comprovado mediante análise do desvio-padrão da diferença média e da plotagem em diagrama de dispersão de acordo com proposta de *Bland-Altman*.

Neste sentido, em ambos os sexos e nos dois procedimentos antropométricos envolvidos na estimativa da quantidade de gordura relativa ao peso corporal, constataram-se desvios-padrão da diferença média altamente preocupante. Entre as mulheres, em comparação com a  $\%Gord_{BodPod}$ , a  $\%Gord_{DC}$  apresentou valores, em média, com diferenças equivalentes a 4,38%, o que representa 17 pontos percentuais da quantidade média de gordura relativa ao peso observada nas mulheres selecionadas no estudo (25,6%). No caso dos homens, as diferenças das comparações entre  $\%Gord_{BodPod}$  e valores de gordura relativa ao peso corporal estimados pelos procedimentos antropométricos foram ainda mais acentuadas. Com desvios-padrão da diferença média equivalente a 3,34% e 3,41% para  $\%Gord_{DC}$  e  $\%Gord_{IMC}$ , respectivamente, os viés se aproximou de 21 pontos percentuais da quantidade média de gordura relativa ao peso observada nos homens selecionados no estudo (16%).

No presente estudo, para análise da capacidade de concordância mediante a técnica de plotagem sugerida por *Bland-Altman* foram construídos diagramas de dispersão levando-se em consideração a diferença média entre os valores estimados de  $\%Gord_{IMC}$ ,  $\%Gord_{DC}$  e  $\%Gord_{BodPod}$ , e a distribuição das diferenças individuais em um intervalo de confiança de dois desvios-padrão. Em assim sendo, a expectativa é que, ao comparar os valores de gordura relativa ao peso corporal estimados por cada um dos procedimentos antropométricos e pela técnica de

pletismografia, em um mesmo sujeito, as diferenças médias devam se aproximar de zero e os limites extremos dos intervalos de confiança se apresentarem o mais próximo possível dos valores correspondentes às diferenças médias.

No entanto, ao observar a disposição dos dados no diagrama de dispersão, se por um lado, constatou-se que os escores equivalentes à média das diferenças entre os valores de gordura relativa ao peso corporal estimados pelos procedimentos antropométricos e pela técnica de pletismografia se aproximaram de zero, por outro, verificaram-se distâncias entre os limites extremos dos intervalos de confiança que geram preocupação. Para ilustrar a situação, especificamente quanto aos valores de  $\%Gord_{DC}$ , as diferenças médias verificadas quando da comparação com os valores de  $\%Gord_{BodPod}$  foram próximas de zero: 0,59% entre as mulheres e 0,46 entre os homens. Porém, os limites extremos dos intervalos de confiança ( $\pm 2$  desvios-padrão) estabeleceram-se entre 2,29% e -1,11% nas mulheres e entre 1,98% e -1,06% nos homens, o que revela uma variabilidade individual quanto à concordância entre os valores estimados por ambos os procedimentos demasiadamente elevada, se confrontadas com os valores médios encontrados: 25,56% e 15,87% nas mulheres e nos homens, respectivamente. Em linguagem estatística essas informações apontam que, em 95% dos casos, em uma mesma mulher ou mesmo homem, comparações entre os valores de  $\%Gord_{DC}$  e  $\%Gord_{BodPod}$ , podem apresentar diferenças com magnitudes aproximadas de até 15 pontos percentuais (3,4%) e 19 pontos percentuais (3,04%) dos valores médios observados respectivamente para mulheres e homens no presente estudo.

Concluindo, diante dos resultados encontrados no presente estudo pode-se inferir que, mediante recursos estatísticos mais conservadores, valores estimados de  $\%Gord_{IMC}$ ,  $\%Gord_{DC}$  e  $\%Gord_{BodPod}$  apresentaram satisfatória capacidade de concordância. No entanto, ao considerar recursos estatísticos aparentemente de maior sensibilidade na detecção de diferenças em comparações com essas características, foram identificados viés individuais excepcionalmente elevados, o que desaconselha estabelecer comparações entre valores de gordura relativa ao peso corporal estimados mediante procedimentos antropométricos, envolvendo medidas de espessura de dobras cutâneas e índice de massa corporal, e técnica pletismográfica. Ainda, a despeito dos procedimentos antropométricos serem mais exequíveis para uso em situações clínicas e em estudos epidemiológicos,

considerando as diferenças observadas em comparação com valores estimados por uma técnica laboratorial (plestismografia), os valores estimados de gordura relativa ao peso corporal mediante o índice de massa corporal e as medidas de espessura de dobras cutâneas devem ser igualmente interpretados com algumas precauções e cautela.

## Referências

1. Mattsson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Phys Med Biol.* 51(13):R203-28, 2006.
2. Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev.* 80(2):649-80, 2000.
3. Elia M, Ward LC. New techniques in nutrition assessment: body composition methods. *Proc Nutr Soc.* 58(1):33-8, 1999.
4. Ellis KJ. Selected body composition methods can be used in field studies. *J Nutr.* 131(5):S1589-S95, 2001.
5. Dempster P, Aitkens S. A new air displacement method for the determination of human body composition. *Med Sci Sport Exerc.* 27:1692-7, 1995.
6. Fields DA, Goran MI, McCrory MA. Body composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *Am J Clin Nutr.* 75:453-67, 2002.
7. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A (Editors). *Techniques for Measuring Body Composition.* Washington, DC: National Academy of Sciences; 1961. p.223-44.
8. Tucker LA, Lecheminant JD, Baley BW. Test-retest reliability of the BodPod: the effect of multiple assessments. *Perceptual Motor Skill.* 118:563-70, 2014.
9. Wang J, Thomton JC, Kolesnik S, Pierson RN. Anthropometry in body composition: an overview. *Am NY Acad Sci* 2000; 904:317-26.
10. Garcia AL, Wagner K, Hothom T, Koebnick C, Zunft HJ, Trippo U. Improved prediction of body fat by measuring skinfold thickness, circumferences, and bone breadths. *Obes Res* 2005; 13:626-34.
11. Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr* 1991; 65:105-14.

12. Vescovi JD, Zimmerman SL, Miller WC, Hildebrandt L, Hammer RL, Fernhall B. Evaluation of the Bod Pod for estimating percentage body fat in a heterogeneous group of adult humans. *Eur J Appl Physiol.* 85(3-4):326-32, 2001.
13. McCrory MA, Gomez TD, Bernauer EM, Mole PA. Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Med Sci Sports Exerc.* 27(12):1686-91, 1995.
14. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density for men. *Br J Nutr.* 40:497-504, 1978.
15. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc.* 12:175-81, 1980.
16. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorel R (Editors). *Anthropometric Standardization Reference Manual.* Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1988. p.3-8.
17. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1:307-10, 1986.
18. Duz S, Kocak M, Korkusuz F. Evaluation of body composition using three different methods compared to dual-energy x-ray absorptiometry. *Eur J Sport Sci.* 9(3):181-90, 2009.
19. Sun Q, van Dam RM, Spiegelman D, Heymsfield SB, Willett WC, Hu FB. Comparison of dual-energy x-ray absorptiometric and anthropometric measures of adiposity in relation to adiposity-related biologic factors. *Am J Epidemiol.* 172(12):1442-54, 2010.
20. Leahy S, O'Neill C, Sohun R, Toomey C, Jakeman P. Generalized equations for the prediction of percentage body fat by anthropometry in adult men and women aged 18-81 years. *Br J Nutr.* 109(4):678-85, 2013.
21. Hillier SE, Beck L, Petropoulou A, Clegg ME. A comparison of body composition measurement techniques. *J Hum Nutr Diet.* 27(6):626-31, 2014.
22. Kanellakis S, Skoufas E, Khudokonenko V, Apostolidou E, Gerakiti L, Andrioti MC. Development and validation of two equations based on anthropometry, estimating body fat for the Greek adult population. *Obesity (Silver Spring).* 25(2):408-16, 2017.
23. Deurenberg P, Andreoli A, Borg P, Kukkonen-Harjula K, Lorenzo A, Van Marken LWD, et al. The validity of predicted body fat percentage from body mass index



and from impedance in samples of five European populations. *Eur J Clin Nutr.* 55:973-9, 2001.

24. Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med.* 26:217-38, 1998.