

CONSIDERAÇÕES SOBRE A AVALIAÇÃO DA GORDURA CORPORAL ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE DENSIDADE CORPORAL E DA ESPESSURA DE DOBRAS CUTÂNEAS

Dartagnan Pinto Guedes^a
Renan Maximiliano Fernandes Sampedro^b

RESUMO

Objetivou-se com este estudo, ao realizar uma revisão da literatura especializada, oferecer subsídios que pudessem servir de embasamento necessário a melhor compreensão do assunto, "avaliação da gordura corporal". Assim, num primeiro momento, procurou-se abordar aspectos básicos relacionados com a determinação da gordura subcutânea, analisando as diferentes implicações na medida das espessuras de dobras cutâneas. Na seqüência, tentou-se examinar os princípios norteadores da pesagem hidrostática, como recurso nos cálculos da densidade corporal, procurando relatar suas aplicações e limitações na avaliação da gordura corporal.

PALAVRAS-CHAVE: *gordura corporal, densidade corporal, espessura de dobras cutâneas.*

1. INTRODUÇÃO

A obesidade é, sem dúvida alguma, um dos mais importantes problemas de saúde pública na moderna sociedade. Esta situação refere-se ao fato do excesso de gordura a níveis críticos estar relacionado com inúmeras doenças degenerativas, como por exemplo, diabetes, hipertensão, arteriosclerose, distúrbios renais, osteoartrite, desvios posturais, além de contribuir para um aumento na ocorrência de cirroses (BROWNELL & KAYE³). Ainda, a obesidade também pode ocasionar consideráveis problemas psicológicos e sociais. Através de estudos desenvolvidos por COATES & THORRESEN⁷, constata-se que aqueles indivíduos considerados obesos tendem a apresentar grandes distorções da própria imagem corporal, além de um baixo "auto-conceito", associado a uma maior incidência de perturbações emocionais. Em suma, a obesidade poderá trazer, como conseqüências, anormalidades tanto no aspecto físico, como psicológico e sócio-emocional, fazendo com que, numa população obesa, seus integrantes tenham um nível de vida significativamente inferior quando comparados com indivíduos não obesos.

Por outro lado, considerando que a prevenção ainda é a melhor terapia para a obesidade, acredita-se que sua avaliação, procurando diagnosticar o excesso de adiposidade o mais precocemente possível, se torna de fundamental importância no contexto de saúde dentro da área da educação física.

A tradicional definição de obesidade para classificação de população é quando o peso corporal excede ao peso esperado para sua estatura e idade em 20% ou mais. Desse modo, o método mais usual na avaliação do índice de gordura consiste de tabelas nas quais o peso corporal pode ser determinado com base na idade, sexo e estatura. Para o estabelecimento destas tabelas, utiliza-se da avaliação de uma grande amostra de indivíduos pertencentes a uma população de mesma idade, sexo e estatura, cujo o peso corporal médio é computado e considerado como o peso normal para todos os indivíduos daquela população.

Entretanto, observa-se que este procedimento se torna bastante defasado quando são exigidas avaliações bem mais precisas, haja vista que o peso corporal consiste de um aglomerado de componentes como ossos, músculos, vísceras, fluídos corporais, tecido nervoso e gordura, podendo cada um destes componentes apresentar uma considerável variação na constituição do peso corporal de um indivíduo para outro.

Neste sentido, YOUNG^{4,3} destaca que num organismo humano normal, os componentes que causam maior variação no peso corporal total seriam os músculos, ossos e gordura. Ainda, para este mesmo autor, o que comprova a obesidade é o excesso de tecido gorduroso, e não o excesso de peso. Deste modo, é possível que, em certos casos, determinados indivíduos, com um elevado peso corporal, ao serem comparados com suas respectivas estaturas, possam não ser considerados, necessariamente, obesos, fazendo com que, os altos valores do peso corporal sejam

^a Mestre em Ciências do Movimento
Departamento de Fundamentos em Educação Física - CEFD

^b Doutor em Fisiologia do Esforço
Professor do Centro de Educação Física e Desporto da UFSM

resultantes de um grande desenvolvimento muscular associado a uma sólida constituição óssea, e não em função de uma elevada quantidade de gordura. Em contrapartida, nem sempre um maior peso corporal traduz um desenvolvimento favorável dos componentes muscular e esquelético para uma determinada idade e estatura, este maior peso corporal pode estar sendo compensado por uma excessiva quantidade de gordura em detrimento aos outros componentes corporais, caracterizando assim, a obesidade.

Conseqüentemente, indivíduos que são considerados obesos pelas tabelas tradicionais de peso corporal e estatura, podem ser simplesmente pessoas com um maior desenvolvimento musculoesquelético, e inversamente, indivíduos que são considerados "magros" por apresentarem um baixo peso corporal para sua estatura, podem, na realidade, mostrar um menor peso corporal em função de deficiências no desenvolvimento muscular e/ou na mineralização óssea, e não na quantidade de gordura.

Um dos primeiros estudos a evidenciar a inadequação da utilização das tradicionais tabelas de peso corporal e estatura na avaliação da obesidade foi realizado já na década de quarenta por WELHAM & BEHNKE³⁷ que, utilizando-se de atletas profissionais de futebol americano, observaram um peso corporal médio 24,6% acima dos padrões normais para homens de mesma idade e estatura. No entanto esses atletas foram considerados indivíduos realmente "magros", no sentido de terem um baixo conteúdo de gordura medido através de procedimentos laboratoriais. Assim, prontamente, foi constatado que a prática comum de determinar o grau de obesidade através da comparação do peso corporal com a média do peso para a mesma estatura, sexo e idade era inapropriada para uma avaliação mais exata. Em conseqüência deste fato, estudos mais atuais sobre a obesidade tendem a desconsiderar o peso corporal total, analisando o problema através de uma estimativa mais real dos diferentes componentes corporais, particularmente da gordura, para que se possa determinar com maior precisão o índice de obesidade.

Considerando este aspecto, e com o propósito de oferecer maiores facilidades e clareza no momento da análise, nos últimos anos, tornou-se habitual, entre os estudiosos da área, considerar a composição corporal sob o aspecto de um sistema de dois componentes — a massa corporal isenta de gordura e a própria gordura corporal.

A massa corporal isenta de gordura ou a massa magra refere-se, teoricamente, a parte do peso corporal total que permanece após toda a gordura ser removida, sendo, então, formada pelos sistemas muscular e esquelético, pele, órgãos, além de todos outros tecidos não gordurosos. Desse modo, quando o conteúdo de gordura é conhecido, a massa corporal magra pode também ser determinada pela simples subtração aritmética do peso corporal e, conseqüentemente, ambos componentes, gordura e massa magra, podem ser determinados paralelamente no organismo de um indivíduo.

Por outro lado, para a avaliação da gordura corporal podem ser utilizados tanto procedimentos de determinação direta como indireta. Segundo BEHNKE & WILMORE¹,

os procedimentos de determinação direta seriam aqueles onde o avaliador manipularia diretamente a gordura do corpo "in loco", enquanto que, os procedimentos indiretos seriam aqueles utilizados a partir de princípios químicos e físicos com o objetivo de extrapolação da quantidade de gordura corporal.

Para a determinação direta, é necessário que os diferentes tecidos do corpo sejam cuidadosamente dessecados, o que normalmente é feito em animais. Contudo, apesar da alta precisão, os estudos em animais de laboratórios são de utilidade limitada quando relacionados quantitativamente com estudos da composição corporal do homem. Estas limitações referem-se, principalmente, às diferenciações sexuais, onde, por exemplo, sabe-se que o sexo feminino de qualquer espécie animal apresenta uma maior quantidade de gordura do que o masculino, sendo esta relação variável de espécie para espécie e, sabe-se ainda, que estas diferenças no homem são aparentemente maiores do que em alguns animais de laboratório (SPRAY & WIDDOWSON³⁶).

Por este motivo, é sensato que o exato conhecimento da gordura corporal do homem e suas relevâncias metabólicas e funcionais só devam aparecer, fundamentalmente, através de estudos no próprio homem. Como uma determinação direta implica em incisões no corpo, no homem, obviamente, esse procedimento só torna-se possível ser realizado em cadáveres, portanto, embora análises da gordura corporal realizadas diretamente sejam fundamentais e ofereçam o suporte teórico para os métodos indiretos, são as técnicas indiretas que possibilitam, aos especialistas, avaliar o componente de gordura em indivíduos em vida.

Para MENDEZ²⁹, a determinação indireta da quantidade de gordura corporal poderá ser realizada através de cinco critérios:

- a) quantidade de água no corpo;
- b) excreção urinária de creatina;
- c) concentração de potássio no corpo;
- d) procedimentos densimétricos; e
- e) medida da espessura do tecido subcutâneo.

Objetivamente, através de estudos realizados por CURETON, BOILEAU & LOHMAN⁸ comparando a aplicabilidade dos diferentes critérios indiretos de determinação da gordura corporal, é possível verificar que as discrepâncias observadas entre os diferentes métodos são atribuídas mais exatamente à técnica de medida do que às próprias variações biológicas. No entanto, a sofisticação destas metodologias, aliadas ao grande sacrifício por parte dos avaliados na obtenção dos resultados, através da utilização de algumas dessas técnicas, fizeram com que os procedimentos densimétricos e a medida da espessura do tecido subcutâneo fossem os procedimentos mais difundidos em nosso meio.

A utilização dos procedimentos densimétricos é, normalmente, operacionalizada através da técnica da pesagem hidrostática, baseando-se no princípio de que a densidade da gordura corporal é, consideravelmente, menor em relação a dos outros componentes do corpo. Assim, quanto

maior a proporção de gordura, menor seria a densidade de todo o corpo. Em contrapartida, a medida da espessura do tecido subcutâneo, como procedimento da determinação do componente de gordura, está alicerçada na observação de que grande quantidade de gordura corporal total se encontra debaixo da pele e, desta forma, a espessura da dobra cutânea serviria para determinar a gordura localizada naquela região do corpo. Conseqüentemente, a grande diferença da técnica hidrostática sobre a mensuração da espessura do tecido subcutâneo estaria em que os valores de densidade corporal traduzem as características da gordura total, enquanto que os valores das dobras cutâneas informam, simplesmente, as características da gordura localizada subcutaneamente.

Ao considerar todo este contexto, e ainda, a situação de que os valores de espessuras das dobras cutâneas, assim como da densidade corporal, vêm sendo utilizados em grande escala na determinação da gordura corporal em nosso país, pretendeu-se com este estudo, ao realizar uma breve revisão da literatura especializada, oferecer subsídios que pudessem servir de embasamento necessário a melhor compreensão do assunto. Assim, num primeiro momento, procurou-se abordar aspectos básicos relacionados com a avaliação da gordura subcutânea, analisando as diferentes implicações na determinação das espessuras de dobras cutâneas. A seguir, tentou-se examinar os princípios norteados da pesagem hidrostática, como recurso na determinação da densidade corporal, procurando relatar suas aplicações e limitações no cálculo da gordura corporal.

2. GORDURA CELULAR SUBCUTÂNEA

De início, as medidas de espessura das dobras cutâneas, segundo a literatura especializada, podem ser realizadas por meio de placas radiográficas, ultrasonografia, ou ainda, através de compassos especialmente construídos para este fim. No entanto, através de inúmeros estudos, observa-se uma certa identificação entre estas três técnicas.

Um dos primeiros pesquisadores a utilizar as medidas de raio X, como recurso na avaliação da espessura do tecido subcutâneo, foi HAMMOND¹⁶. Este autor encontrou correlações em torno de 0,80 a 0,90 entre valores obtidos, através desta técnica e, por compassos, chegando até mesmo, a propor equações de regressão válidas para vários locais do corpo, com o intuito de transformar as leituras por compassos em leituras por raio X.

GARN¹⁴ também realizou um estudo comparativo entre a relação da espessura de dobras cutâneas analisadas por raio-X e por compassos. Para tanto, analisou valores de dobras cutâneas a nível da linha auxiliar média, obtendo um nível de concordância entre os dois métodos bastante elevado, $r = 0,88$. O interessante deste estudo foi a existência de uma redução em aproximadamente 35% nos valores da espessura das dobras cutâneas medidas por compassos, comparativamente com aquelas realizadas com raio X. Desse modo, o autor propôs uma multiplicação nos valores de dobras cutâneas medidas por compassos pela constante 1,3, não obtendo qualquer diferença sig-

nificativa entre os dois métodos.

Por outro lado, quanto a técnica da ultrasonografia, esta vinha sendo utilizada com maior frequência na avaliação da gordura subcutânea de animais domésticos, no entanto, WHITTINGHAM³⁹ após algumas modificações na metodologia original, deixou uma favorável impressão quanto ao seu uso em pequenos grupos de seres humanos.

Passados alguns anos, BOOTH, GODDARD & PATON² levantaram a possibilidade das medidas por ultra-som da gordura subcutânea serem mais fidedignas do que por compasso. No entanto, nos estudos realizados por SLOAN³⁵, estes achados não se confirmam, sendo observadas semelhanças bastante acentuadas entre os valores de dobras cutâneas medidas por ultra-som e compassos.

Desse modo, somos levados, em princípio, a considerar que, em função do menor custo, da rapidez na medida, e, ainda, pela relativa simplicidade de interpretação, atualmente os valores de espessura das dobras cutâneas obtidas por compasso é, sem dúvida alguma, o método mais indicado, em termos práticos, para o estudo da gordura subcutânea. No entanto, quanto a utilização desses compassos, vários tipos têm sido advogados e utilizados, além do que, sabe-se que as leituras obtidas por eles estão diretamente relacionadas com suas características.

Os primeiros compassos, usados para a avaliação da espessura das dobras cutâneas no homem, surgiram no final do século passado com RICHER (BROZEK & KEYS⁶). A partir de então, inúmeros outros foram preconizados, sendo que, três deles têm recebido a preferência dos pesquisadores, os do tipo HARPENDE e LANGE de procedência estrangeira, e o do tipo CESCORF de fabricação nacional.

Dentre as diferentes características apresentadas por esses compassos, duas delas são de fundamental importância, a pressão exercida por sua mola e a superfície de contato com a pele. Assim sendo, com o propósito de verificar a influência dessas características no resultado dos valores de espessura das dobras cutâneas, EDWARDS, HAMMOND, HEALY, TANNER & WHITEHOUSE¹² realizaram um estudo onde foi constatado que as dimensões das superfícies de contato dos compassos não é um fator importante a considerar, porém, que a pressão exercida nas dobras apresenta um significativo papel, não somente na espessura observada, mas também, na consistência com a qual as medidas podem ser repetidas. Os autores observaram, ainda, que a pressão ideal seria aquela dentro de um índice de 9 a 15 g/mm².

Conseqüentemente, diante desse quadro, verifica-se que os três compassos citados, apesar de se diferenciarem quanto ao formato e dimensões da superfície de contato, podem apresentar valores realmente confiáveis, haja vista que a pressão exercida por eles estariam dentro dos limites preconizados como ideal, 10 g/mm². No entanto, convém salientar que periodicamente faz-se necessário uma aferição da pressão exercida pelas suas molas, em razão do desgaste natural de seu próprio uso constante.

Por outro lado, um dos principais estudos realizados sobre a validade da espessura de dobras cutâneas determi-

nada por compassos, na avaliação da gordura subcutânea, foi realizado por LEE & NG²⁵. Os autores, ao utilizarem-se de cadáveres, observaram um coeficiente de correlação, $r = 0,84$, entre leituras por compassos e a espessura do tecido subcutâneo medido diretamente, numa incisão realizada no mesmo lugar onde se colocou o compasso.

Alicerçados em todos esses estudos, a grande maioria da comunidade científica vem admitindo que a determinação das espessuras de dobras cutâneas, através de compassos, tem mostrado ser uma excelente opção na avaliação do índice da gordura corporal, até mesmo em estudos que exijam um alto nível em termos de precisão de medidas. Como ressalva, há de se considerar, alguns fatores que possam afetar seus valores, uns decorrentes da própria técnica de medida, outros, resultantes dos chamados erros "intra e interavaliadores".

Os fatores de erros provenientes da técnica de medida seriam aqueles observados no momento de destacar a gordura subcutânea dos tecidos mais profundos, ou ainda, pela utilização dos compassos como instrumento de medida.

Inicialmente, ao consultar a literatura especializada no assunto, encontra-se um consenso geral entre os pesquisadores, em que o procedimento correto para medir a espessura das dobras cutâneas seria destacar, firmemente, com os dedos polegar e indicador, uma porção de pele juntamente com a gordura subcutânea, despreendendo a dobra cutânea do tecido muscular, seguindo seu sentido natural, quando, então, a espessura é medida aplicando o compasso em sua base, a aproximadamente um centímetro do ponto exato de medida. Com isto, os valores de espessura das dobras cutâneas são consignados através da composição de duas camadas, cada uma incluindo a pele e alguns tecidos subcutâneos, contendo além da gordura, outras estruturas não adiposas.

Quanto a influência da pele e dessas outras estruturas não adiposas no resultado das medidas de espessura das dobras cutâneas como recurso na avaliação da gordura corporal, muito se tem discutido. Já em 1950, EDWARDS havia observado que, em média, a espessura da pele é de aproximadamente um milímetro. No entanto, LEE²⁴ mostrou que esta espessura pode variar de acordo com a idade e o sexo dos indivíduos que estão sendo avaliados, e principalmente, em função das diferentes regiões do corpo que estão sendo medidas.

No entanto, um outro aspecto a observar, refere-se as diferenças sexuais no momento de destacar a gordura subcutânea dos tecidos mais profundos. Ainda, LEE & NG²⁵, demonstraram em seus estudos que, aproximadamente, até a faixa etária dos 11 anos não existe qualquer diferença na comparação dos valores reais da gordura subcutânea, determinados através de incisões no local, e os valores obtidos por compassos entre ambos os sexos. Entretanto, após esta faixa etária, o sexo feminino apresenta valores através da leitura por compassos menores do que o masculino, para uma mesma quantidade de gordura real.

Várias hipóteses podem ser levantadas procurando

explicar este aspecto, porém, acredita-se que o fato da mulher apresentar uma pele, teoricamente, mais fina, além do que, as mulheres tenderem a apresentar um menor desenvolvimento muscular e, deste modo, provavelmente, sua pele e a tensão da tela adiposa se mostrarem com menor participação nas leituras por compassos, melhor justifiquem essas discrepâncias.

Ainda, evidências de que a compressibilidade das dobras cutâneas, ou seja, a propriedade de elasticidade tanto da pele como da gordura subcutânea, também apresentar alguma influência nos resultados de suas espessuras, torna-se mais um fator a considerar. BROZEK & KINSEY (1960) estudaram a compressibilidade das dobras cutâneas em sujeitos do sexo masculino, e observaram uma tendência para um aumento com a idade, embora, isto tenha sido estatisticamente significativo em somente duas das quatro regiões medidas. Provavelmente, este fato se estenda as mulheres, tendo em vista que YOUNG, BLONDIN, TENSUAN & FRYER⁴⁴, observaram através de seus estudos que existem, aparentemente, pouca alteração no índice de gordura subcutânea/gordura corporal total, avaliada respectivamente através de compassos e métodos densimétricos, em mulheres até a idade de 45-50 anos, no entanto, em mulheres com mais idade, a proporção de gordura no tecido subcutâneo tornou-se relativamente menor.

Os autores procuraram afirmar, que este acréscimo com a idade do nível de compressibilidade, possa ocorrer devido à diminuição na quantidade de água dos tecidos subcutâneos. Por outro lado, complementando o assunto, MALINA²⁷ afirma, ainda, que além da idade, o grau de compressibilidade, envolvido na medida da espessura das dobras cutâneas, pode variar em função do local a ser medido, do sexo e de indivíduos para indivíduos, podendo influenciar, desse modo, em seus resultados.

Em suma, os fatores de erros provenientes da técnica de medida, na determinação das espessuras de dobras cutâneas através de compassos, podem se restringir a três aspectos básicos:

- a) a influência do sexo, da idade e da região do corpo a ser medida, na consignação da espessura da pele;
- b) a maior ou menor participação da tensão da tela adiposa, em consequência dos diferentes níveis de desenvolvimento muscular; e
- c) a participação do índice de compressibilidade da pele e da gordura subcutânea nos resultados da leitura.

Quanto aos erros intra e interavaliadores, estes estão relacionados com a experiência com a própria técnica que os diferentes avaliadores deverão apresentar. Segundo LOHMAN²⁶, os erros intra-avaliadores, podem ser definidos como sendo as deficiências de um mesmo avaliador em obter resultados idênticos em repetidas medidas de espessura das dobras cutâneas num mesmo avaliado. Em contrapartida, os erros interavaliadores são caracterizados pelas discrepâncias observadas numa série de medidas realizadas, num mesmo grupo de sujeitos, por dois ou mais avaliadores.

Por outro lado, o nível de experiência que um avaliador deverá apresentar, para que as medidas por ele obtidas

sejam realmente válidas, dificilmente pode ser pré determinado, no entanto, admite-se que somente após um longo tempo de prática, é que se poderá adquirir a experiência necessária a obtenção de valores realmente confiáveis. Neste sentido, BURKINSHAW, JONES & KRUPOWICZ (1973) realizaram um interessante estudo ao comparar os valores de espessura das dobras cutâneas obtidos por três diferentes avaliadores. Um deles apresentava vários anos de experiência com a técnica, enquanto os outros dois eram relativamente inexperientes. Nas primeiras medidas, os locais foram marcados na pele pelo primeiro avaliador, porém, nas medidas seguintes, cada avaliador identificou os locais por si mesmo. Quando os locais foram marcados, os valores encontrados pelos três avaliadores estavam em conformidade, entretanto, quando os locais não foram marcados, os avaliadores menos experientes obtiveram valores médios em torno de 2 mm maiores do que aqueles obtidos pelo avaliador mais experiente.

Ainda, considerando este mesmo ponto de vista, além da experiência do avaliador com a técnica adotada, a magnitude desses erros pode variar dependendo da região a ser medida, além do índice de gordura apresentado pelo sujeito a ser avaliado.

Quanto as regiões a serem medidas, EDWARDS (1950) menciona a existência de 93 possíveis locais onde uma dobra cutânea possa ser destacada. No entanto, as dificuldades de desprendimento do tecido subcutâneo das estruturas mais profundas, juntamente com a possibilidade dos tecidos de algumas dessas regiões serem demasiadamente fibroso, fazendo com que as dobras cutâneas apresentem baixa consistência em seus valores, fizeram com que este número fosse reduzido sensivelmente nos dias de hoje.

Por outro lado, em razão da distribuição do tecido adiposo subcutâneo não ser uniforme em todo o corpo, MENDEZ^{2,9} chama a atenção para a utilização de medidas de espessura de dobras cutâneas realizadas em vários locais, para que se obtenha uma visão mais significativa quanto ao seu comportamento de forma geral. Neste sentido, inúmeros pesquisadores aconselham a utilização das dobras cutâneas que satisfaçam a três condições essenciais:

- a) representação de regiões conhecidas por mostrarem grande variação na gordura subcutânea;
- b) regiões representativas tanto do tronco como das extremidades;
- c) regiões que apresentem facilidades de localização.

Com o objetivo de verificar aqueles locais utilizados com maior frequência entre os pesquisadores, quando de estudos caracterizando a distribuição e as dimensões da gordura subcutânea em adultos de ambos os sexos, realizou-se um levantamento em inúmeras pesquisas publicadas procurando evidenciar suas preferências. Como pode ser verificado através da tabela 1, entre as dobras cutâneas localizadas no membros, este levantamento demonstrou uma nítida preferência por aquelas destacadas nas regiões do tríceps e da coxa. Em contrapartida, no tronco, as dobras cutâneas preferidas foram aquelas localizadas nas regiões subescapular, abdominal e supra-ilíaca.

TABELA 1 – Levantamento da utilização de espessura das dobras cutâneas em diferentes estudos da gordura corporal em adultos*

	Masculino	Feminino
Abdominal	19	17
Supra-ilíaca	16	20
Axilar média	11	11
Peitoral	9	8
Subescapular	23	22
Tricipital	25	24
Bicipital	5	6
Coxa	12	11
Joelho	4	4
Panturrilha Medial	5	6
Face	5	6

* Foram considerados a partir de uma revisão em 27 estudos publicados.

Quanto ao índice de gordura apresentado pelo sujeito a ser avaliado, observa-se que, repetidas medidas em uma região, realizadas pelo mesmo avaliador, concordam, mais estreitamente, para valores menores do que para altos valores. Deste modo, é sensato admitir que a margem dos erros inter e interavaliadores aumente proporcionalmente as dimensões das medidas. Ainda, quanto a estas discrepâncias, existe unanimidade, entre os pesquisadores da área, para que a precisão de uma mesma medida seja tal que um avaliador, ao repetir duas ou três leituras consecutivamente, não encontre uma variação maior do que 5% em seus valores.

Especificamente quanto aos erros interavaliadores, provavelmente, estes venham também a correr pelo fato da não existência de referências, quanto à exata localização e definição de cada região medida. Neste aspecto, RUIZ, COLLEY & HAMILTON^{3,3} ao analisarem a espessura da dobra cutânea tricípital observaram que, se o ponto de aplicação do compasso fosse em 2,5 centímetros proximal, distal, medial ou lateralmente do ponto exato que a espessura da dobra cutânea deveria ser medida, poderia causar uma alteração na leitura de aproximadamente 2 a 3 mm.

Portanto, baseando-se nestas afirmações, e considerando a possibilidade de cada avaliador, individualmente, diferir em suas localizações para qualquer região de medida, o que é amplamente admissível, tendo em vista as diferentes padronizações existentes, acredita-se que não se pode descartar a possibilidade de ocorrência de erros sistemáticos, denominados interavaliadores, quando da realização de análises comparativas entre sujeitos avaliados por diferentes pesquisadores.

E, diante desse quadro, uma questão surge:

Como controlar os erros intra e interavaliadores? Por tudo aquilo que foi colocado, percebe-se que isto é praticamente impossível, porém, o avaliador deverá ter sempre algo em mente, procurar minimizá-los ao máximo.

E, se isto é verdadeiro, como quantificar esses erros? JOHNSTON, HAMILL & LEMENHOW²⁰ num importante estudo sobre a gordura subcutânea de populações infantis dos Estados Unidos, procuraram desenvolver um método com esta finalidade, o qual consistia do cálculo do desvio padrão das diferenças entre consecutivas medidas realizadas pelo mesmo avaliador (intra-avaliador), ou por diferentes avaliadores (interavaliador), dividido pela raiz quadrada de dois. Em outras palavras, através da seguinte fórmula:

$$\text{ERRO} = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - x_2)^2}{N} \cdot \frac{1}{2}}$$

onde: x_1 e x_2 são medidas da espessura de dobras cutâneas realizadas pelo mesmo avaliador, ou por diferentes avaliadores.

Através de um amplo estudo sobre a gordura corporal através da mensuração das espessuras de dobras cutâneas em universitários, GUEDES¹⁵ procurou determinar o índice do erro intra-avaliador para o pesquisador que realizou as medidas do estudo (tabela 2), encontrando valores que se indentificam com aqueles observados por LOHMAN²⁶, após uma revisão em inúmeros estudos. Desse modo, acredita-se que estes possam ser os índices aceitáveis para os erros intra-avaliadores em populações jovens.

Por outro lado, ao serem considerados os erros interavaliadores, segundo a literatura, estes podem atingir índices, aproximadamente, duas vezes maiores do que os erros intra-avaliadores (JOHNSTON, HAMILL & LEMESHOW²⁰).

Procurando analisar a avaliação da gordura subcutânea sobre um outro ponto de vista, vários estudos iniciados por EDWARDS¹¹, têm demonstrado que, quando um grande número de medidas da espessura de dobras

cutâneas são realizadas em diferentes sujeitos da população em geral, esses valores não seguem uma curva de distribuição normal, demonstrando uma distribuição de frequência, consideravelmente, assimétrica, com uma acentuada inclinação para valores mais elevados. Certamente, este fato implica que a maioria da população apresenta uma quantidade "normal" de gordura subcutânea, porém, existe maior proporção de sujeitos com excesso do que com carência deste tipo de gordura.

Considerando este fenômeno, as possíveis generalizações, principalmente de ordem estatística, que possam ser extraídas de estudos desse tipo, deverão ser realizadas com extrema cautela, o que levanta algumas dúvidas quanto a comparação pura e simples entre diferentes amostras dos valores de espessura das dobras cutâneas, obtidas pela leitura direta nos compassos. Por este motivo, para a realização de uma simples análise estática dos valores de dobras cutâneas, alguns pesquisadores, acentuam a necessidade de transformar os valores em termos absolutos para uma escala logarítmica, procurando "normalizar" a distribuição dos valores observados.

Ainda, quanto a interpretação dos valores de espessura das dobras cutâneas, McARDLE, KATCH & KATCH²⁸ destacam a existência de duas alternativas. A primeira, seria considerar os valores da espessura de cada dobra cutânea separadamente, oferecendo informações quanto a distribuição relativa da gordura subcutânea de região para região, num mesmo indivíduo. Por outro lado, a segunda alternativa, seria a utilização do somatório dos valores observados em várias regiões, refletindo uma indicação quanto à gordura subcutânea total. Neste caso, esses mesmos autores aconselham que, quanto maior o número de regiões medidas, maior representatividade se terá da gordura subcutânea total.

Reforçando esta hipótese, DURNIN & RAHAMAN⁹ afirmam, que a utilização de múltiplas dobras cutâneas pode, também, reduzir os efeitos dos erros de medida, que se tornam críticos, quando somente um ou dois valores estão sendo usados na estimativa da gordura subcutânea total.

3. GORDURA CORPORAL TOTAL

Não há dúvida de que um dos métodos indiretos de maior validade, utilizado na avaliação da quantidade de gordura corporal total, envolve a determinação da densidade corporal. Por outro lado, define-se densidade corporal como sendo a relação do peso total pelo seu volume, sendo que, com base nos princípios propostos pelo matemático grego ARQUIMEDES, há milhares de anos atrás, o volume corporal pode ser determinado por intermédio de uma pesagem hidrostática.

Neste sentido, a técnica da pesagem hidrostática está alicerçada no princípio de que o volume de um objeto é igual à perda de seu peso quando totalmente submerso. Conseqüentemente, o volume corporal pode ser computado a partir do cálculo do peso corporal real, ou seja, o peso do indivíduo determinado em condições de meio ambiente, e do peso corporal medido durante sua total imersão

TABELA 2 — Índices dos erros intra-avaliadores observado nas medidas de espessura das dobras cutâneas realizadas em universitários.

	Homens (N = 10)	Mulheres (N = 10)
Tricipital	0,83	0,94
Subescapular	0,56	0,87
Bicipital	0,54	0,69
Axilar Média	0,68	0,59
Supra-ilíaca	1,26	1,45
Abdominal	1,07	1,04
Coxa	1,26	1,62
Panturrilha Medial	0,72	0,81

n'água. Da diferença entre esses pesos, juntamente com a aplicação de um fator de correlação para a densidade da água utilizada, resulta o valor considerado para o volume corporal.

Em função do ar remanescente nos pulmões, por ocasião da imersão n'água também contribuir na flutuabilidade de um indivíduo, existe, ainda, a necessidade de que esta quantidade de ar seja subtraída do volume corporal total. Pneumologicamente, esta quantidade de ar pode ser estimada pela determinação da quantidade de ar que permanece nos pulmões após uma expiração forçada, ou seja, o volume residual. Assim, partindo da fórmula convencional para a densidade corporal — massa/volume — a densidade corporal pode ser determinada da seguinte forma:

$$\text{Dens} = \frac{P \text{ real}}{\left(\frac{P \text{ real} - P \text{ água}}{D \text{ água}} = \text{VR} \right)}$$

onde:

- Dens = densidade corporal em g/cc;
 P real = peso com o corpo em condições do meio ambiente determinado em gramas;
 P água = peso com o corpo totalmente submerso determinado em gramas;
 D água = densidade da água na temperatura vigente;
 VR = volume residual determinado em cc.

Por outro lado, apesar dos valores de densidade corporal serem amplamente utilizados na determinação da quantidade de gordura corporal, não se pode omitir as prováveis margens de erros, próprias de todo método indireto. Neste aspecto, RICCI^{3,2} faz menção a dois possíveis fatores causadores de erros por ocasião da utilização da técnica da pesagem hidrostática, na determinação da densidade corporal. Primeiro, a correlação para o volume residual, o qual afeta a flutuabilidade e, conseqüentemente, os cálculos do volume corporal; e uma outra causa de erros inclui o volume dos gases presentes no aparelho gastrointestinal, assim como o volume da urina e fezes, presentes no organismo por ocasião da pesagem hidrostática.

Ainda, a técnica da pesagem hidrostática exige um alto grau de cooperação por parte dos avaliados, fazendo com que, em geral, somente pessoas com uma razoável adaptação ao meio líquido possam ser submetidas aos seus procedimentos. Desse modo, no que se refere aos aspectos técnicos de medidas, provavelmente, estas sejam as principais implicações a considerar quando de sua utilização.

Em termos mais exatos, a densidade corporal, determinada através da pesagem hidrostática, é a resultante das densidades de dois dos principais componentes do corpo, a gordura e a massa magra, os quais apresentam constantes, porém, diferentes densidades. Para BROZEK & KEYS⁵, a densidade da gordura humana à temperatura corporal é de 0,900 g/cc, enquanto que a massa magra apresenta uma

densidade de aproximadamente 1,100 g/cc. Conseqüentemente, uma vez que a densidade da gordura é inferior à da massa magra, quanto menor a densidade corporal, maior será a quantidade de gordura neste corpo.

Em contrapartida, uma vez determinada a densidade corporal, é possível convertê-la em valores percentuais da própria gordura em relação ao seu peso total, através de relações matemáticas com base nas conhecidas diferenças entre as densidades da gordura e da massa magra.

A primeira fórmula para calcular a percentagem de gordura corporal surgiu com RATHBUN & PAGE^{3,1}, com base em estudos com animais de laboratórios. Após alguns anos, KEYS & BROZEK^{2,3} realizaram algumas adaptações na fórmula original de RATHBUN & PACE, e a propuseram da seguinte forma:

$$\% \text{ Gord} = \left(\frac{4,201}{\text{Dens}} - 3,813 \right) 100$$

Por outro lado, SIRI^{3,4}, como resultado de exaustivos estudos, sugeriu a utilização de novas constantes, assim constituídas:

$$\% \text{ Gord} = \left(\frac{4,950}{\text{Dens}} - 4,50 \right) 100$$

E finalmente, após uma revisão de alguns conceitos básico, BROZEK, GRANDE, ANDERSON & KEYS⁴ admitiram ainda, a transformação dos valores de densidade corporal em quantidades relativas de gordura, da seguinte forma:

$$\% \text{ Gord} = \left(\frac{4,570}{\text{Dens}} - 4,142 \right) 100$$

Desse modo, atualmente, logo que a medida da densidade corporal é realizada, o avaliador é colocado diante de um problema: decidir qual das várias fórmulas utilizar na determinação da quantidade relativa de gordura. Isto se justifica, tendo em vista que embora a densidade corporal possa ser medida com relativa precisão, o cálculo da quantidade de gordura pode variar com o emprego de determinada fórmula. Nos estudos de YOUNG, MARTIN, CHIHAN, McCARTHY, MANNIELLO, HARMUTH & FRYER^{4,5}, foram encontradas variações de 25 a 29% na quantidade de gordura, ao utilizar diferentes fórmulas. Entretanto, em observações mais recentes, verifica-se que a diferença básica entre as fórmulas proposta por SIRI e BROZEK é, geralmente, menor do que por volta de 1%, dentro de um índice de gordura corporal de 4 a 30% (GUEDES^{1,5}).

Assim, provavelmente, a constante evolução por que passam os estudos da composição corporal seja a responsável por estas divergências, haja vista que diferenças significativas foram comprovadas somente entre as fórmulas elaboradas no início da década de 50, comparativamente com as duas fórmulas propostas nos anos 60.

Analisando o assunto num outro ponto de vista, observa-se de que apesar da existência de diferentes fórmulas para o cálculo da gordura corporal total através da den-

sidade, suas aplicações em crianças e adolescentes tornam-se bastante temerosas, em função de certas pressuposições fundamentais para a derivação dessas fórmulas não se aplicarem com precisão num organismo em crescimento.

Procurando justificar, é sabido que os valores constantes empregados nas diferentes fórmulas foram baseados em estudos realizados com adultos, no entanto, segundo WILMORE⁴⁰, enquanto o índice de água, proteínas e minerais no peso corporal mantêm-se razoavelmente constante em indivíduos adultos normais, todos esses constituintes corporais, de fundamental importância no estabelecimento da densidade da massa magra, sofrem profundas variações durante o período maturacional. Desse modo, a densidade da massa magra, em crianças e adolescentes, provavelmente, apresente valores diferentes daqueles utilizados na proposição das fórmulas existentes para o cálculo da quantidade de gordura corporal relativa. A ausência desses valores nesta faixa etária torna, até o momento, impossível chegar a uma fórmula que ofereça maior segurança na avaliação da composição corporal de crianças e adolescentes.

Devido a estas contingências, pesquisadores têm hesitado no uso dessas fórmulas, utilizando-se somente dos valores de densidade como indicadores do índice de gordura corporal até a faixa etária de aproximadamente 16 anos. Ainda, ao se aceitar estas violações nas pressuposições até então consideradas, ao serem realizados estudos comparativos da quantidade de gordura corporal entre indivíduos em diferentes fases de crescimento, por exemplo, entre crianças e adultos, temos que admitir que os valores da densidade corporal não é um indicador apropriado. Contudo, com base em inúmeros estudos já desenvolvidos sobre o assunto, acredita-se que esses valores fornecem excelentes informações quando comparações entre indivíduos de um mesmo estágio de desenvolvimento são realizadas.

Por outro lado, com base numa ampla revisão sobre a validade de vários métodos empregados na determinação e análise da densidade corporal e sua relação com a quantidade de gordura, LOHMAN²⁶ observou, também, que a massa magra pode apresentar diferentes densidades de uma população para outra, dependendo, além da idade, de outros fatores, como sexo, formação étnica, e ainda, grau de atividade física realizada pelo indivíduo. Segundo este autor, o valor de 1,100 g/cc seria estabelecido apenas para adultos jovens sedentários do sexo masculino, sendo que, para outras populações, vários fatores deixam dúvidas quanto a este valor.

Para levantar essas dúvidas, LOHMAN baseou-se, fundamentalmente, nos trabalhos de WOMERSELY, DURNIN, BODDY & MAHAFFY⁴², os quais evidenciaram através de estudos experimentais, que para certos grupos de atletas de diferentes idades, a densidade da massa magra é menor do que o valor usual, em função das diferenças sistemáticas no conteúdo de água, de minerais nos ossos e de tecido adiposo essencial no músculo. Conseqüentemente, pode-se inferir que as fórmulas mais utilizadas na atualidade para determinar gordura corporal relativa, desenvolvidas por SIRI e BROZEK et alii, não devem ser aplicadas em outras populações senão a de adultos jovens sedentários do sexo masculino.

Retomando o assunto da determinação dos valores de densidade corporal, não existe dúvidas de que seus cálculos é uma alternativa altamente confiável como indicador

do índice de gordura corporal, no entanto, em função do tempo consumido e dos equipamentos exigidos, além da necessidade da utilização de técnicos cuidadosamente treinados, seus procedimentos vêm tornando-se inadequados para aplicação rotineira em programas de educação física. Assim sendo, com base na estreita relação existente entre a gordura do tecido celular subcutâneo e a gordura corporal total, esofrços têm sido direcionados no sentido de se encontrar caminhos mais práticos que possam equacionar este problema.

Desse modo, alicerçados na interação de posições teóricas na área da estatística e da composição corporal, análises de regressão têm sido extensivamente empregadas com o objetivo de derivar equações com função de prever a densidade corporal, a partir de combinações de valores da espessura de dobras cutâneas, em diferentes regiões do corpo. BROZEK & KEYS⁵ foram os primeiros a publicar equações com esta finalidade, subseqüentemente, através de inúmeros pesquisadores, aperfeiçoamentos foram sendo realizados com o objetivo de oferecer maior exatidão às equações propostas.

Neste sentido, alguns autores procuraram anexar, aos valores de dobras cutâneas, medidas de várias circunferências e, em alguns momentos, até mesmo, diâmetros ósseos foram utilizados como variáveis independentes (KATCH & MICHAEL²¹; WILLMORE & BEHNKE⁴¹; KATCH & McARDIE²²; WELTMAN & KATCH³⁸). Como consequência, o aumento no número de variáveis antropométricas envolvidas passaram a produzir equações levemente mais precisas do que aquelas que utilizavam apenas dobras cutâneas. Desse modo, tornou-se comum o emprego de mais do que 10 diferentes variáveis antropométricas no processo estatístico para uma maior exatidão de uma mesma equação.

Estes estudos conduziram ao desenvolvimento de aproximadamente cem equações de várias combinações de diferentes variáveis, no entanto, para JACKSON & POLLOCK¹⁸ os procedimentos de regressão múltipla do tipo "stepwise", amplamente utilizados neste tipo de equação, comprometem seriamente os aspectos teóricos da composição corporal. Assim sendo, a precisão ligeiramente superior, obtida através da utilização de vários tipos de medidas antropométricas, seria resultante de uma deturpação estatística, e não, em razão de uma maior contribuição no cálculo preditivo da densidade corporal.

Além disso, esses mesmos pesquisadores, JACKSON & POLLOCK¹⁸, comprovaram ainda, através da realização de uma análise fatorial, envolvendo 25 variáveis antropométricas, incluindo 7 medidas de dobras cutâneas, 11 de circunferências e 7 de diâmetros, que os valores de espessura das dobras cutâneas respondem, quase que integralmente, pela variação total da quantidade de gordura corporal, determinada através da técnica hidrostática. Conseqüentemente, essas evidências demonstram que a contribuição que a utilização das medidas de circunferências e diâmetros possam trazer à proposição das equações são, até certo ponto, desprezíveis quando se analisa a questão sob um aspecto mais amplo. Os resultados desta análise fatorial mostraram, também, que as espessuras das dobras cutâneas medem o

mesmo fator, demonstrando que o somatório de seus valores se apresentam como sendo um procedimento mais adequado do que a utilização de cada valor separadamente, quando da proposição de equações na tentativa de prever a gordura através da densidade corporal.

Por outro lado, através de uma ampla revisão da literatura especializada, observou-se que, nos últimos anos, inúmeras equações foram apresentadas, sendo a maioria delas desenvolvidas em populações jovens, com uma considerável menor incidência entre as crianças e adultos mais idosos, o que aumenta sensivelmente a opção de escolha do professor de Educação Física no momento do cálculo da gordura corporal total através da predição dos valores de densidade corporal nestes segmentos da população.

No entanto, temos que considerar, que uma vez proposta uma equação, existe a necessidade de submetê-la a um teste de validade numa outra amostra da mesma população, para que realmente seja comprovada sua aplicabilidade. Neste sentido, vários estudos têm demonstrado que a validade básica de muitas equações é, substancialmente, menor quando aplicada em amostras de sujeitos completamente independentes das amostras originais utilizadas na proposição destas equações. Procurando evidenciar este fato, FLINT, DRINKWATER, WELLS e HORVATH¹³ observaram que equações existentes na literatura, apresentavam acentuadas variações em seus resultados, quando aplicadas em mulheres subdivididas em grupos de diferentes idades, nível de aptidão física e composição corporal. Desse modo, o aparecimento desses vies na aplicação das equações derivadas em uma amostra, porém, utilizadas noutra, tem levado ao conceito das equações para populações específicas, em outras palavras, a equação seria específica para aquela população da qual foi derivada, em termos de faixa etária, aptidão e estrutura física.

Com certeza, o principal motivo da especificidade das equações estaria na ausência de homogeneidade das inclinações de regressão e, também, dos diferentes pontos das intercessões. Neste sentido, JACKSON & POLLOCK¹⁸ atribuem as limitações das equações para predição da densidade corporal, utilizando variáveis antropométricas, a quatro fracassos metodológicos, a saber:

- a) o tamanho das amostras freqüentemente pequeno e representativo de populações homogêneas.
- b) o índice de sujeitos por variáveis menor do que o preconizado, provocando instabilidade na regressão;
- c) modelos de regressão linear quando a relação entre densidade corporal e dobras cutâneas é curvilínea; e
- d) não consideração dos processos de envelhecimento orgânico.

O problema da utilização de modelos de regressão linear na proposição das equações, foi demonstrado em um estudo realizado para avaliar a composição corporal de corredores fundistas de nível internacional. POLLOCK, GETTMAN, JACKSON, AYRES, WARD & LINNERUD³⁰ observaram que as inclinações das linhas de regressão dos corredores extremamente "magros" e de adultos jovens não eram paralelas. Foi revelado, ainda,

que a predição da densidade corporal dos corredores, realizada com equações lineares derivadas em amostras de adultos jovens, sistematicamente subestimavam os valores destes sujeitos extremamente "magros". Além disso, equações lineares desenvolvidas na amostra de corredores e aplicadas em sujeitos considerados "normais", superestimavam os valores da densidade corporal. Desse modo, desde que a correlação densidade corporal - dobras cutâneas caracteriza-se por um comportamento curvilíneo, as diferenças nas inclinações e intercessões das linhas de regressão poderiam ser atribuídas ao uso de modelos de regressão linear.

Ainda, JACKSON & POLLOCK¹⁸, através da relação entre a densidade corporal e a soma dos valores da espessura de sete dobras cutâneas, apresentaram um diagrama de dispersão onde foram plotados, simultaneamente, suas respectivas linhas de regressão, obtidas através de modelos linear e quadrático. Através de uma análise das diferenças entre as duas linhas, foi possível observar que o maior viés na predição da gordura ocorre nas extremidades de ambas distribuições. Por exemplo, a gordura relativa ao peso corporal, determinada pela predição da densidade corporal através de modelos de regressão linear e quadrático, diferenciou em 2,9 e 1,9%, respectivamente para os valores extremos de 250 a 40mm de espessura das dobras cutâneas, enquanto que a diferença foi de, apenas 0,5%, quando foram considerados valores em torno de 150mm. Ainda, a predição através do modelo linear tendeu a apresentar valores menores de densidade corporal em sujeitos considerados "magros", e valores maiores nos "obesos", comparativamente com os sujeitos normais. Estas interessantes evidências oferecem subsídios que demonstram a inadequação dos modelos de regressão linear, na proposição de equações realmente confiáveis, na predição da densidade corporal.

Anteriormente, num outro estudo, DURNIN & WOMERSLEY¹⁰ haviam procurado transformar em escala logarítmica os escores brutos da soma da espessura de quatro dobras cutâneas, quando da proposição de equações para predição da densidade corporal. Esta transformação provocou uma mudança no comportamento da relação curvilínea entre densidade e dobras cutâneas, resultando uma relação linear. A partir de então, este procedimento tornou-se fundamental na elaboração de equações com intuito de avaliar a gordura corporal com base em medidas antropométricas.

Neste mesmo estudo, DURNIN & WOMERSLEY¹⁰ procuraram determinar com que grau de precisão equações de regressão poderiam ser propostas em indivíduos de diferentes idades, considerando, desse modo, o processo de envelhecimento orgânico. Em seus resultados, observou-se que quando os coeficientes de regressão dos diferentes grupos etários, entre 16 e 72 anos em ambos, homens e mulheres, foram testados, a inclinação não mostrou nenhuma variação significativa, no entanto, a intercessão apresentou uma constante tendência em se tornar menor com o aumento da idade.

Para os autores, quatro fatores poderiam contribuir

para estas mudanças na posição das linhas de regressão, resultante do processo de envelhecimento orgânico:

- a) as diferentes proporções de gordura corporal, situadas internamente e no tecido subcutâneo, apresentadas com a idade;
- b) a compressibilidade das dobras cutâneas torna-se maior em pessoas mais idosas, afetando os valores de gordura subcutânea, quando medidas por intermédio de compassos;
- c) o envelhecimento no organismo humano altera a composição do tecido ósseo, trazendo modificações na densidade da massa magra, conseqüentemente aumentando a margem de erro nos cálculos da densidade corporal; e
- d) o maior índice de obesidade em pessoas com mais idade, também pode modificar a densidade da massa magra, prejudicando do mesmo modo, os cálculos da densidade corporal.

Um outro aspecto importante revelado neste estudo, refere-se a observação de que para um dado valor de espessura da dobra cutânea, corresponde uma considerável menor densidade corporal na mulher do que no homem, e isto comprova que, na mulher, uma maior proporção de conteúdo de gordura corporal está situada internamente. Desse modo, fica evidenciado de que tanto o envelhecimento orgânico como o sexo exercem uma importante influência na posição das linhas de regressão, e conseqüentemente, diferentes equações devem ser utilizadas para estes segmentos da população.

Por outro lado, na área estatística, pesquisadores advertem que no desenvolvimento de equações preditivas, uma maior amostragem de sujeitos envolvidos no estudo, juntamente com um pequeno número de variáveis independentes deverá produzir uma maior estabilidade no peso das regressões. Contudo, o que se observa na grande maioria das equações publicadas são estudos com amostras bastante reduzidas, aumentando sensivelmente os vies no momento de validações dessas equações.

Considerando a proposição deste tipo de equações, num outro ponto de vista, em razão do grande número de equações existente, muitas delas propostas com base num mesmo segmento da população, dificultando na escolha do usuário de qual utilizar, a mais recente idéia entre os pesquisadores da área, tem sido o desenvolvimento de equações mais abrangente, independente dos aspectos envelhecimento orgânico e composição corporal. Sem dúvida alguma, as equações mais específicas apresentam maior validade quando aplicadas em sujeitos representativos de uma população definida da qual originou a equação, porém, quanto maior a especificidade da população, menor aplicação geral terá a equação.

Ainda, as equações mais genéricas, provavelmente, apre-

sentam menor validade quando de suas aplicações, no entanto demonstram uma maior utilização nos diferentes segmentos da população. Contudo, suas proposições caracterizam-se pelo envolvimento de um grande número de sujeitos, além da utilização de amostras representativas de populações heterogêneas, no que se refere a idade e composição corporal.

4 – CONCLUSÕES

Através da realização do presente estudo, pode-se chegar às seguintes conclusões básicas:

1. Quanto à avaliação da gordura subcutânea:

– Embora a medida da espessura de dobras cutâneas, realizada através de compassos, seja o procedimento mais indicado na avaliação da gordura subcutânea, existe a necessidade de se considerar algumas limitações em sua utilização, umas decorrentes da própria técnica de medida, e outras, resultante dos chamados erros intra e interavaliadores.

– Quanto maior o número de regiões medidas, no que se refere a espessura das dobras cutâneas, maior representatividade se terá da gordura subcutânea, no entanto, acredita-se na necessidade do desenvolvimento de futuras pesquisas no sentido da criação de alternativas, a fim de que se possam obter padronizações de caráter universal entre os pesquisadores, quanto as suas exatas localizações; além de estabelecer limites aceitáveis quanto aos índices dos erros intra e interavaliadores, a fim de que se possa oferecer maior precisão nos estudos comparativos da espessura de dobras cutâneas entre diferentes amostras.

2. Quanto à avaliação da gordura corporal total:

– Em razão das enormes dificuldades metodológicas, associadas à complexidade das medidas, o cálculo da densidade corporal através dos procedimentos da pesagem hidrostática, torna-se inviável no contexto da realidade nacional. Por esta razão, acredita-se que a utilização das equações preditivas seria o recurso mais indicado para a determinação dos valores de densidade corporal, como referencial na avaliação do índice da gordura corporal total.

– Apesar de existirem um grande número de equações preditivas dos valores de densidade corporal, questiona-se sobre sua aplicabilidade em nosso meio, visto que todas são de procedência alienígenas, e necessitam, ainda, de serem validadas na população brasileira. Desse modo, sugere-se a realização de futuros estudos na tentativa, ou de confirmarem as equações já propostas, ajustando o que for necessário, ou da proposição de novas equações com base em amostras pertencentes aos diferentes segmentos da nossa população, a fim de que se possa diagnosticar o índice de gordura corporal do povo brasileiro com maior confiabilidade.

ABSTRACT

The purpose of this study, after reviewing the specialized literature, is to offer information that could serve as the necessary basis to a better understanding of the subject, "body fat evaluation". At first, an attempt to deal with basic aspects related to subcutaneous fat determination was made by analysing the different implications of the skinfold thickness. Then, the principles of hydrostatic weighing, were examined as an aid the body density estimate, attempting to report its applications and limitations to the fat evaluation.

KEY-WORDS: body fat, body density, skinfold thickness.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BEHNKE, A.R. & WILMORE, J.H. *Evaluation and regulation of body build and composition*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, INC., 1976. 236 p.
2. BOOTH, R.A.; GODDARD, A.B.; PATON, A. Measurement of fat thickness in man: a comparison of ultrasound, Harpenden and electrical conductivity. *British Journal of Nutrition*, 20:719-725, 1966.
3. BROWNELL, L.D. & KAYE, F.S. A school-based behavior modification, nutrition education, and physical activity program for obese children. *American Journal of Clinical Nutrition*, 35(2):277-283, 1982.
4. BROZEK, J. et alii. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumption. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 110:113-140, 1963.
5. BROZEK, J. & KEYS, A. Evaluation of leanness-fatness in man: a survey of methods. *Nutrition Reviews*, 20:247-256, 1950.
6. -----. The evaluation of leanness-fatness in man: norms and interrelationships. *British Journal of Nutrition*, 5:194-206, 1951.
7. COATES, T.S. & THORESEN, C.E. Treating obesity in children and adolescents: a review. *American Journal of Public Health*, 68:143-151, 1978.
8. CURETON, K.J.; BOILEAU, R.A.; LOHMAN, T.G. A comparison of densitometric, potassium-40 and skinfold estimates of body composition in prepubescent boys. *Human Biology*, 47(3): 321-336, 1975.
9. DURNIN, J.V.G.A. & RAHMAN, M.M. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *British Journal of Nutrition*, 21:681-689, 1967.
10. DURNIN, J.V.G.A. & WOMERSLEY, J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32:77-92, 1974.
11. EDWARDS, D.A.W. Observations on the distribution of subcutaneous fat. *Clinical Science*, 9:259-270, 1950.
12. EDWARDS, D.A.W. et alii. Design and accuracy of calipers for measuring subcutaneous tissue thickness. *British Journal of Nutrition*, 9:133-143, 1955.
13. FLINT, M.M. et alii. Validity of estimating body fat of females: effect of age and fitness. *Human Biology*, 49(4):559-572, 1977.
14. GARN, S.M. Comparison of pinch-caliper and X-ray measurements of skin plus subcutaneous fat. *Science*, 124:178-179, 1956.
15. GUEDES, D.P. *Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários*. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1985. 227 p. Tese (Mestr.)
16. HAMMOND, W.H. Measurement and interpretation of subcutaneous fat, with norms for children and young adult males. *British Journal of Preventive and Social Medicine*, 9:201-208, 1955.
17. JACKSON, A.S. & POLLOCK, M.L. Factor analysis and multivariate scaling of anthropometric variables for the assessment of body composition. *Medicine and Science in Sports* 8:196-203, 1976.
18. JACKSON, A.S. & POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40:497-504, 1978.
19. -----. Steps toward development of generalized equation for predicting body composition of adults. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 7(3):189-196, 1982.
20. JOHNSON, F.E.; HAMIL, P.V.V.; LE MESHOW, J. *Skinfold thickness of children 6-12 years*. National Health Survey. Number 120. Government Printing Office, Washington, 1972.
21. KATCH, F.I. & MICHAEL, E.D. Prediction of body density from skin-fold and girth measurement of college females. *Journal of Applied Physiology*, 25(1):92-94, 1968.
22. KATCH, F.I. & McARDLE, W.D. Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college-age men and women. *Human Biology*, 45(3):445-454, 1973.
23. KEYS, A. & BROZEK, J. Body fat in adult man. *Physiological Reviews*, 33(3):245-325, 1953.
24. LEE, M.M.C. Physical and structural age changes in human skin. *Anatomical Record*, 129:473-494, 1957.
25. LEE, M.M.C. & NG, C.K. Postmortem studies of skinfold caliper measurement and actual thickness of skin and subcutaneous tissue. *Human Biology*, 37(1):91-102, 1965.

26. LOHMAN, T.G. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biology*, 53(2):181-225, 1981.
27. MALINA, R.M. Quantification of fat, muscle and bone in man. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 65 (1):09-38, 1969.
28. McARDLE, W.D. KATCH, F.I.; KATCH, V.L. Body composition assessment. In:-----, *Exercise Physiology - Energy Nutrition, and Human Performance*. Philadelphia, Lea & Febiger, 1981. cap. 26, p. 368-391.
29. MENDEZ, J.A. A composição do corpo e os métodos empregados em sua determinação. *Revista de Medicina do Esporte*, 2(2):55-64, 1975.
30. POLLOCK, M.L. et alii. Body composition of elite class distance runners. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 301:361-370, 1977.
31. RATHBUN, E.N. & PACE, N. Studies on body composition: I. The determination of total body fat by means of the body specific gravity. *Journal of Biological Chemistry*, 158:667-676, 1945.
32. RICCI, R. Somatometry. In:-----, *Experiments in the physiology of human performance*. Philadelphia, Lea & Febiger, 1970. cap. 2, p. 17-34.
33. RUIZ, L.; COLLEY, J.R.T.; HAMILTON, P.J.S. Measurement of triceps skinfold thickness. An investigation of sources of variation. *British Journal of Preventive and Social Medicine*, 25:165-167, 1971.
34. SIRI, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: BROZEK, J. & HENSCHEL, A. *Techniques for measuring body composition*. Washington, National Academy of Science, 1961. p. 223-244.
35. SLOAN, A.W. Estimation of body fat in young men. *Journal of Applied Physiology*, 23(2):311-315, 1967.
36. SPRAY, C.M. & WIDDOWSON, E.M. Effect of growth and development on the composition of mammals. *British Journal of Nutrition*, 4:332-353, 1950.
37. WELHAM, W.C. & BEHNKE, A.R. The gravity of healthy men. Body weight: volume and other physical characteristics of exceptional athletes and of naval personnel. *Journal of the American Medical Association*, 118(7): 498-501, 1942.
38. WELTMAN, A. & KATCH, V. Preferential use of casing (girth) measures for estimating body volume and density. *Journal of Applied Physiology*, 38(3):560-563, 1975.
39. WHITTINGHAM, P.D.G.V. Measurement of tissue thickness by ultrasound. *Aerospace Medicine*, 33(9): 1121-1128, 1962.
40. WILMORE, J.H. Body composition in sport and exercise: directions for future research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15(1):21-31, 1983.
41. WILMORE, J.H. & BEHNKE, A.R. An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young men. *Journal of Applied Physiology*, 27(1): 25-31, 1969.
42. WOMERSLEY, J.; DURNIN, J.V.G.A.; BODDY, K.; MAHAFFY, M. Influence of muscular development, obesity and age on the fat-free mass of adults. *Journal of Applied Physiology*, 41(2):223-229, 1976.
43. YOUNG, G.M. Body composition and body weight: criteria of overnutrition. *Canadian Medical Association Journal*, 93(5):900-910, 1965.
44. YOUNG, G.M. et alii. Body composition studies of "older" women, thirty to seventy years of age. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 110:589-607, 1963.
45. YOUNG, G.M. et alii. Body composition of young women. *Journal of the American Dietetic Association*, 38(4): 332-340, 1961.