

Comparação entre o adipômetro Cescorf e o Ultrassom BodyMetrixTM na espessura de dobras cutâneas e composição corporal

Comparison between the Cescorf adipometer and the BodyMetrixTM Ultrasound in skinfold thickness and body composition.

Gabriela Martins dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0896-3085>

Universidade Salgado de Oliveira, Brasil

E-mail: GABYSAKUA@GMAIL.COM

Tiago Costa de Figueiredo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9775-1497>

Universidade Estácio de Sá, Brasil

TIAGO.FIGUEIREDO@ENSINEME.COM.BR

Carla Ade Caldas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9492-2000>

Universidade Salgado de Oliveira, Brasil

CARLAADE@HOTMAIL.COM

Thiago Teixeira Guimarães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6457-5098>

Universidade Salgado de Oliveira, Brasil

E-mail: THIAGOTGUIMARAES@YAHOO.COM.BR

Silvio Rodrigues Marques Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5742-4646>

Universidade Salgado de Oliveira, Brasil

Universidade Estácio de Sá, Brasil

E-mail: MARQUESILVIO@GMAIL.COM

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar e correlacionar o adipômetro CESCORF com o ultrassom modo A BodyMetrixTM BX2000 na espessura das dobras cutâneas e determinação da composição corporal. Um grupo de 132 participantes, 89 homens e 43 mulheres participou do estudo, eles passaram por uma anamnese, preencheram o PAR-Q e o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Os participantes foram distribuídos aleatoriamente e realizaram o protocolo experimental que consistiu em dois momentos: 1- realização das medidas realizadas pelo adipômetro e; 2 – medidas de ultrassom. Em todos os pontos anatômicos foram observadas diferenças significativas entre as duas técnicas, em relação ao percentual de gordura, com correlações significativas entre os métodos ($p < 0,0001$). A análise de Bland-Altman demonstrou que a diferença média entre os equipamentos foi de $-4,88 \pm 2,91$ (0,83;-10,59) para os homens e $-4,28 \pm 4,12$ (3,79;-12,35) para as mulheres. Conclusão: As técnicas demonstram correlações fortes, porém, o intervalo de confiança foi amplo entre os métodos. Sendo assim, as medidas do adipômetro CESCORF foram consistentemente mais altas do que o ultrassom BodyMetrix.

Palavras-chave: Composição corporal; Gordura subcutânea, Adipômetro, Ultrassom, Antropometria.

ABSTRACT

The objective of this study was to compare and correlate the Cescorf adipometer with the BodyMetrix™ BX2000 A-mode ultrasound in skinfold thickness and determination of body composition. A group of 132 participants, 89 males and 43 females, participated in the study. They underwent anamnesis, completed the PAR-Q questionnaire, and signed the informed consent form. The participants were randomly assigned and underwent the experimental protocol, which consisted of two moments: 1 - measurements performed by the adipometer, and 2 - ultrasound measurements. Significant differences were observed between the two techniques at all anatomical points regarding body fat percentage, with significant correlations between the methods ($p < 0.0001$). Bland-Altman analysis showed that the mean difference between the devices was -4.88 ± 2.91 (0.83:-10.59) for men and -4.28 ± 4.12 (3.79:-12.35) for women. Conclusion: The techniques showed strong correlations; however, there was a wide confidence interval between the methods. Therefore, the measurements obtained with the Cescorf adipometer were consistently higher than those obtained with the BodyMetrix ultrasound.

Keywords: Body composition; Subcutaneous fat, Adipometer, Ultrasound, Anthropometry..

INTRODUÇÃO

A avaliação da composição corporal é uma forma de determinar a relação entre a massa gorda corporal e a massa livre de gordura (MOHAMMADI; SHAKERIAN, 2013). Compreender que quantidades elevadas de gordura corporal são prejudiciais na saúde e na potencialização do desempenho demonstra a importância da avaliação da composição corporal com métodos confiáveis, precisos e fidedignos. A gordura corporal fora do padrão de normalidade, seja através de valores muito elevados ou inferiores, pode indicar impacto negativo na saúde humana (ACKLAND *et al.*, 2012).

Desta forma, observar as mudanças na composição corporal é fundamental para amplificar o desenvolvimento de programas para o emagrecimento e ganho de massa muscular, analisar a eficácia de intervenções nutricionais e com exercícios, e para acompanhar as mudanças associadas à idade na composição corporal (WAGNER, 2013). Ao longo dos anos, pesquisadores utilizaram várias técnicas para medir ou estimar com precisão a composição corporal, desde o trabalho com cadáveres até as técnicas de imagem mais recentes como a absorptometria de raios X de dupla energia (DEXA) (KASPER *et al.*, 2021).

Diferentes métodos e técnicas podem ser usadas para avaliar e determinar a composição corporal, no entanto, a escolha depende das vantagens, desvantagens, limitações e aplicações práticas. Ainda que vários métodos tenham sido desenvolvidos para mensurar compartimentos corporais específicos, o único método direto é a dissecação

de cadáveres, portanto métodos menos invasivos e aplicáveis no campo, tais como os indiretos e duplamente indiretos foram desenvolvidos (DUREN *et al.*, 2008).

Os métodos indiretos incluem os exames bioquímicos (Hidrometria, espectrometria de raios gama, espectrofotometria, ativação de nêutrons e excreção de creatinina), imagens (Radiologia Convencional, Tomografia Axial Computadorizada, Ressonância Nuclear Magnética e Absortometria por raios-X com dupla energia (DEXA) e densitométricos (pletismografia por deslocamento de ar e pesagem hidrostática) (DUREN *et al.*, 2008).

A densitometria quantificada pela pletismografia por deslocamento de ar e pela pesagem hidrostática eram as técnicas de referência utilizadas na comunidade científica (HEYWARD; WAGNER; 2004). Atualmente a mensuração dos compartimentos corporais pelo DEXA é considerada a técnica padrão ouro na determinação da composição corporal (FORNETTI *et al.*, 1999). Todavia, esse equipamento permite somente sua realização em ambiente laboratorial e, apresenta alto custo e preparo técnico especializado para sua operacionalização (HEYWARD; WAGNER, 2004). Em função disto, os profissionais da área da saúde, sobretudo no âmbito das ciências do esporte, preferem utilizar métodos de campo com baixo custo financeiro e operacional para avaliar a composição corporal de diferentes grupos (SILVA *et al.*, 2013).

Neste sentido, os métodos duplamente indiretos são os mais utilizados por estes profissionais. Os procedimentos duplamente indiretos mais usados atualmente para determinar a composição corporal são os de dobras cutâneas, ultrassonografia e a bioimpedância (KASPER *et al.*, 2021). Conseqüentemente, para obter uma avaliação adequada e precisa, é necessário validar os métodos desses modelos e realizar análises com base em procedimentos estatísticos apropriados (SILVA *et al.*, 2013). Dentre os métodos duplamente indiretos, a espessura do tecido subcutâneo determinado pelos adipômetros são os mais utilizados na prática, pois é considerada uma técnica de campo, de menor custo e não invasiva para determinar a composição corporal (MARFELL-JONES; STEWART; DE RIDDER, 2012). O método de dobras cutâneas em relação ao DEXA, é considerado um método com bom custo-benefício, além de ser portátil e acessível para determinar a composição corporal, por isso, são mais frequentemente utilizados na prática (SMITH-RYAN *et al.*, 2014).

Um método relativamente novo para a medida de dobras cutâneas e conseqüente avaliação da composição corporal é o ultrassom, que é pequeno o bastante para ser levado a campo. Embora o ultrassom tenha sido usado para medir o tecido adiposo subcutâneo

por quase 50 anos, o uso desta tecnologia parece ser muito menor do que os métodos de avaliação da composição corporal mencionados anteriormente, e muitos estudantes, pesquisadores e profissionais de saúde não estão familiarizados com este método, como instrumento de avaliação da composição corporal (WAGNER, et al., 2013).

O BodyMetrix™ fabricado pela IntelaMetrix (Concord, CA, USA) é comercializado como uma alternativa ao método de dobras cutâneas, utiliza ultrassom no modo A de 2,5 MHz ou a técnica de ultrassom no modo de amplitude, com software específico de composição corporal, projetado para fins de avaliação da composição corporal (WAGNER, 2013). Consiste em um pequeno bastão (transdutor ultrassônico) portátil conectado diretamente ao computador através de um cabo USB (BARANAUSKAS *et al.*, 2015). O software cria um gráfico de medição com a espessura ou profundidade do tecido no eixo horizontal e o sinal de ultrassom refletido no eixo vertical. O software calcula o percentual de gordura total a partir das medidas ultrassonográficas (DA SILVA, 2010). Os pontos anatômicos utilizados para realizar as medidas mensuradas pelo ultrassom é o mesmo do método de dobras cutâneas, como as descritas por Jackson e Pollock, (1985). Considerado tão portátil quanto calibradores de dobras cutâneas, deve-se considerar o fato de minimizar os erros que envolvem a palpação da pele (BIELEMANN *et al.*, 2016). Entretanto, ao utilizar o ultrassom se o avaliador pressionar o transdutor na pele com muita força reduzirá consideravelmente a espessura do tecido adiposo subcutâneo. Conseqüentemente, a necessidade de treinamento e prática é indispensável para produzir resultados confiáveis, como o compasso de dobras cutâneas (TOOMEY *et al.*, 2011).

Gomes *et al.* (2020) em um estudo transversal compararam o método ultrassom e dobras cutâneas como medidas de gordura corporal para atletas, em relação à absorptometria de raios X de dupla energia (DEXA). Cinquenta e seis atletas bem treinados (27 homens, 29 mulheres), com idades entre 14 e 29 anos, de uma variedade de esportes e com composições corporais diversas (10 a 33% de gordura corporal) participaram deste estudo. Onde encontraram em seu estudo correlação entre DEXA e ultrassom ($r = 0,959$, $p < 0,001$), e de dobras cutâneas ($r = 0,911$, $p < 0,001$), foram ambas relações positivas altas. No quartil mais baixo por proporção de gordura, a correlação entre DEXA e ultrassom ($r = 0,811$, $p < 0,001$) foi uma alta correlação positiva, enquanto a correlação dobras cutâneas ($r = 0,652$, $p = 0,011$) foi uma correlação positiva moderada. No quartil mais alto por proporção de gordura, a correlação DEXA e ultrassom ($r = 0,847$, $p < 0,001$)

foi de alta correlação positiva, enquanto a correlação de dobras cutâneas ($r = 0,591$, $p = 0,026$) foi uma correlação positiva moderada.

Em outro estudo foi avaliado a precisão da medição do percentual de gordura corporal com um aparelho de ultrassom e com o DEXA, em 93 atletas (24 mulheres, 69 homens), com idades entre 18 e 33 anos. A amostra incluiu 15 atletas de taekwondo, 14 de luta livre, 35 de judô, 17 de boxe e 12 de remo. As estimativas do ultrassom em relação percentual de gordura corporal foram correlacionadas com DEXA em mulheres ($r = 0,97$, $p < 0,01$) e homens ($r = 0,98$, $p < 0,01$). O método ultrassom em ambos os sexos demonstrou um erro total baixo (0,93 %). O viés concordância entre os métodos de 95% foi de (-0,06 a 1,2) para todos os atletas e não apresentou superestimação (PINEAU, FILLIARD e BOCQUET, 2009).

Kuo *et al.* (2020), compararam o método de dobras cutâneas em relação ao DEXA referente ao percentual de gordura corporal, em 59 pacientes diabéticos (36 mulheres e 23 homens). O método de dobras cutâneas demonstrou correlações em relação ao DEXA, no sexo masculino ($r = 0,885$, $p < 0,001$) e no feminino ($r = 0,672$, $p < 0,001$). A análise de Bland-Altman demonstrou que as diferenças médias DEXA e dobras cutâneas são positivas para feminino (8,74) e masculino (7,22), o viés concordância entre os métodos de 95% foi de (0,02 a 17,45) feminino e (-2,43 a 16,86) masculino indicando que o método de dobras cutâneas tende a superestimar percentual de gordura corporal.

Em outro estudo, Selkow, Pietrosimone e Saliba (2011), compraram medidas através do método de dobras cutâneas e ultrassom na avaliação da espessura dobra cutânea da coxa. Vinte indivíduos saudáveis (13 homens, 7 mulheres) participaram do estudo. Foram encontradas fortes correlações entre as medidas no vasto medial oblíquo ($r = 0,90$, $p < 0,001$), reto femoral distal ($r = 0,93$, $p < 0,001$), reto femoral proximal ($r = 0,93$, $p < 0,001$) e vasto lateral ($r = 0,91$, $p < 0,001$). Foram encontradas diferenças médias entre as medidas $2,18 \pm 2,78$ mm (vasto medial oblíquo), $1,79 \pm 2,39$ mm (reto femoral distal), $3,67 \pm 2,60$ mm (reto femoral proximal) e $2,21 \pm 2,97$ mm (vasto lateral) mostrando que as medidas realizadas através do método de dobras cutâneas resultaram em espessuras maiores ao comparar com o ultrassom. Na análise de Bland-Altman, os limites de concordância foram amplos no vasto medial oblíquo (-3,38 a 7,74), no reto femoral distal (-3,04 a 6,52), no reto femoral proximal (-1,53 a 8,87), e no vasto lateral (-3,73 a 8,15). Praticamente todos os gráficos demonstraram superestimação crescente no método de dobras cutâneas à medida que a espessura da gordura aumentava, com exceção ao vasto lateral.

Segundo Barreira (2013), o método de dobras cutâneas é o método mais aplicado na prática para a determinação da composição corporal, sendo considerado um método de campo preferido para avaliar a porcentagem da composição corporal em atletas (HEYWARD; WAGNER, 2004). Paralelamente, embora o ultrassom BodyMetrix™ não apresente o mesmo custo-benefício comparado ao adipômetro, talvez possa ser uma alternativa ao método de dobras cutâneas (WAGNER, 2013).

Um dispositivo de medição da composição corporal com boa relação custo-benefício, confiável e fidedigno é indispensável para identificar os riscos à saúde e entender a eficácia das intervenções no estilo de vida (TOTOSY DE ZEPETNEK *et al.*, 2021). Atualmente, é difícil encontrar ferramentas pequenas, portáteis, fáceis de usar, acessíveis e comprovadas para avaliar a composição corporal em esporte e saúde (MÜLLER *et al.*, 2016).

A medida de dobras cutâneas é um método amplamente utilizado, mas não é o método padrão-ouro (PÉREZ-CHIRINOS BUXADÉ *et al.*, 2018). Apesar de ser um método popular, muitas limitações técnicas devem ser consideradas ao usar esta técnica (KERR; SLATER; BYRNE, 2017). Os compassos de dobra cutâneas são considerados relativamente baratos e fáceis de transportar, no entanto, o uso do adipômetro requer treinamento especializado e está sujeito a um alto grau de variabilidade entre os avaliadores (WANG *et al.*, 2000), diretamente relacionado com pegada do praticante, pela pressão aplicada do compasso, pela idade, sexo e temperatura da pele (KERR; SLATER; BYRNE, 2017). Entretanto, nas mãos de um técnico com experiência e habilidoso a avaliação da composição corporal através do método de dobras cutâneas se torna um método de campo preferido para estimar o percentual de gordura (HEYWARD; WAGNER, 2004).

Com isso, a utilização do ultrassom BodyMetrix™ talvez possa ser um método de medição alternativo para medir a composição corporal (ELSEY *et al.*, 2021), sendo vendido como uma possibilidade ao método de dobras cutâneas (WAGNER; CAIN; CLARK, 2016). No entanto, embora vários estudos tenham abordado esta questão, os resultados são inconsistentes, o que não é surpreendente dada a variedade de equações utilizadas no método de dobras cutâneas. Portanto, é necessário elucidar se as medidas mesuradas pelo método de dobras cutâneas e o método de ultrassom são semelhantes entre si (SUAREZ-ARRONES *et al.*, 2018; REILLY *et al.*, 2009).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi comparar e correlacionar as medidas de dobra cutâneas obtidas através do adipômetro CESCORF com o ultrassom modo

A BodyMetrix™ BX2000 e na determinação da composição corporal. A hipótese deste estudo é que o adipômetro CESCORF apresente medidas diferentes em relação ao ultrassom de modo A BodyMetrix™ BX2000 por se tratar de equipamentos com tecnologias distintas.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de Pesquisa

Esse estudo se caracteriza como um estudo comparativo e correlacional, com objetivo de relacionar duas variáveis (THOMAS; NELSON e SILVERMAN, 2012).

Amostra

A análise do tamanho da amostra foi calculada através do software G*Power e mostrou um quantitativo mínimo de 19 participantes para se alcançar uma potência de 0,80. Participaram do estudo 132 participantes, sendo 89 homens ($23 \pm 3,14$ anos, $1,72 \pm 0,59$ m, $73,12 \pm 5,43$ kg) e 43 mulheres ($21 \pm 2,05$ anos, $1,65 \pm 0,32$ m, $61,60 \pm 4,28$ kg). Antes de iniciar a coleta de dados, todos os participantes responderam ao questionário PAR-Q (Shepard, 1988), e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participação em pesquisa, onde foram informados os procedimentos que seriam realizados. Foi solicitado aos participantes que não realizassem nenhum tipo de treinamento nas 48 horas antecedentes às avaliações.

Os seguintes critérios de inclusão foram utilizados no presente estudo: apresentar a idade de 21 a 30 anos e não apresentar nenhuma limitação física que impossibilitasse a realização da avaliação da composição corporal (DC e US).

Aspectos Éticos da Pesquisa

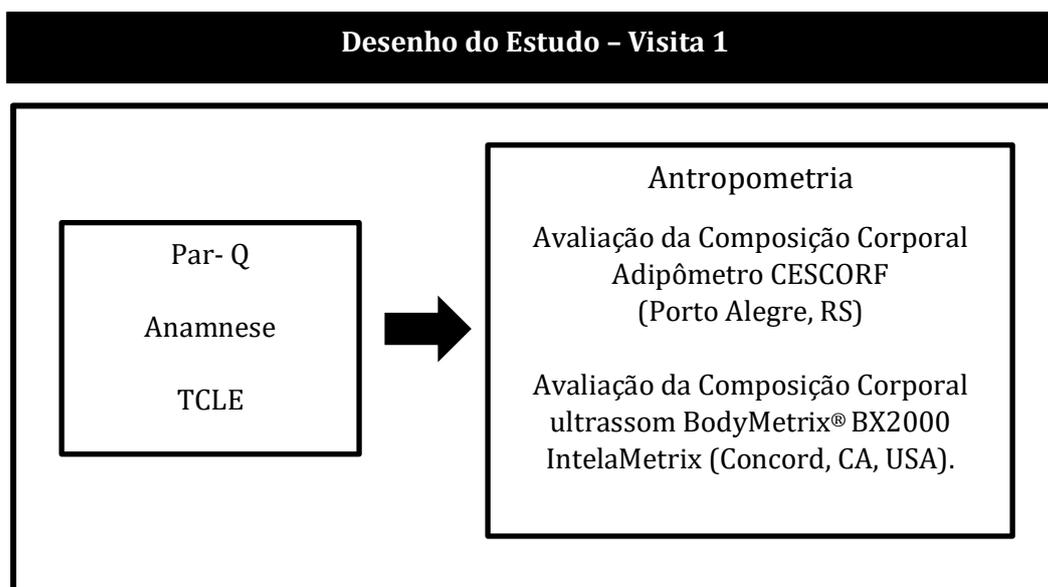
O projeto de pesquisa referente ao presente estudo, foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (CAAE: 62943822.0.0000.5289) e obedeceu às normas sobre pesquisa, envolvendo seres humanos que constam na resolução 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), de 07 de abril de 2016.

Desenho do Estudo

O desenho do estudo pode ser observado na figura 1. Inicialmente, os participantes foram entrevistados (anamnese) e foram orientados quanto ao preenchimento do PAR-Q e do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Em seguida, os participantes foram distribuídos aleatoriamente e orientados a realização do protocolo experimental que consistiu em dois momentos, sendo o primeiro através das medidas do adipômetro e o segundo através do ultrassom.

As coletas do presente estudo foram realizadas em uma única visita e pelo mesmo pesquisador. Desta forma, os participantes foram submetidos a avaliação da estatura e massa corporal e, em seguida foi realizado a medida de dobras cutâneas para a estimativa do percentual de gordura através do uso do adipômetro CESCORF modelo científico (Porto Alegre, RS) e o aparelho de ultrassom BodyMetrix® BX2000 System (IntelaMetrix, Concord, CA, USA).

Figura 1 – Desenho do estudo.



Fonte: Criada pelos autores.

Medidas Antropométricas

As medidas antropométricas incluíram massa corporal (kg) e a estatura (m). A massa corporal foi mensurada em balança plataforma com precisão de 100g e a estatura com escala com precisão de 1,0 cm (Balança Digital Até 200kg - W200/100a Welmy). O índice de massa corporal (IMC) foi obtido pela razão entre massa corporal (kg) e o quadrado da estatura (m²).

Determinação da Composição Corporal

Para a medida das dobras cutâneas (DC), utilizou-se de dois equipamentos, o adipômetro CESCORF (Porto Alegre, RS), modelo científico e o aparelho de ultrassom (US) BodyMetrix® BX2000 System (IntelaMetrix, Concord, CA, USA). As medidas foram realizadas sempre pelo mesmo pesquisador e no mesmo dia e horário. As DC coletadas dos homens foram peitoral, abdominal e coxa. As DC coletadas das mulheres foram, tríceps, suprailíaca e coxa, seguindo as recomendações e padronizações do protocolo de 3 dobras (JACKSON; POLLOCK, 1985). Todos os participantes estavam na posição ortostática e as dobras foram obtidas sempre pelo lado direito do participante. Os pontos anatômicos foram indicados com um marcador (lápiz dermatográfico)

antes de qualquer uma das análises de composição corporal serem realizadas para assegurar que os locais de mensuração fossem replicados para DC e US.

Para a medição da DC peitoral (masculino), foi obtida uma DC diagonal em relação ao ponto no eixo longitudinal no ponto médio da distância entre a linha axilar anterior e o mamilo. Para a medição da DC abdominal (masculino), foi obtida uma DC vertical 3 cm à direita do ponto central da cicatriz umbilical e uma linha horizontal no ponto central da cicatriz umbilical. Para a medição da DC do tríceps (feminino), foi obtida uma DC vertical na face posterior do braço no ponto médio entre o acrômio e o olecrano. Para a medição da DC suprailíaca (feminino), foi obtida uma DC diagonal no ponto de medida aproximadamente 3 cm acima da crista ilíaca alinhado com o eixo axilar e acompanhando o sentido da crista ilíaca. Para a medição da DC da coxa (feminino e masculino), foi obtida uma DC vertical no ponto médio ou o terço superior da distância entre a dobra inguinal e a borda proximal da patela (JACKSON; POLLOCK, 1978; JACKSON; POLLOCK; WARD, 1980).

As medidas por US ocorreram através da emissão de uma frequência de 2,5 MHz, por meio de um transdutor ultrassônico conectado diretamente ao computador através de um cabo USB. Para cada leitura, o gel de ultrassom foi colocado na cabeça do transdutor, colocou-o em contato com a pele e, durante a medição (4-8 s), deslizou o transdutor cerca de 0,5 cm acima e abaixo do ponto anatômico de referência, tomando-se o cuidado de evitar a compressão da gordura subcutânea, para que o mínimo de pressão fosse aplicada, o que é de grande importância para que a pele não fosse comprimida e não alterar a leitura no local da medida (MICLOS-BALICA, 2021).

Análise Estatística

Todas as análises foram realizadas através do software GraphPad Prism 8 (Versão 8.4.2). A estatística descritiva foi expressa através dos valores médios e do desvio padrão. A normalidade dos dados foi testada pelo Teste de Shapiro-Wilk. A comparação entre média dos valores da espessura das dobras e do percentual de gordura foi realizada pelo teste T de *Student* para amostras dependentes. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para determinação da associação entre as variáveis estudadas e a análise de Bland-Altman (ALTMAN e BLAND, 1986) foi utilizada para determinar a confiabilidade e reprodutibilidade das técnicas. O grau de significância estatística adotado para as análises foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

As características amostrais dos participantes estão representadas na tabela 1.

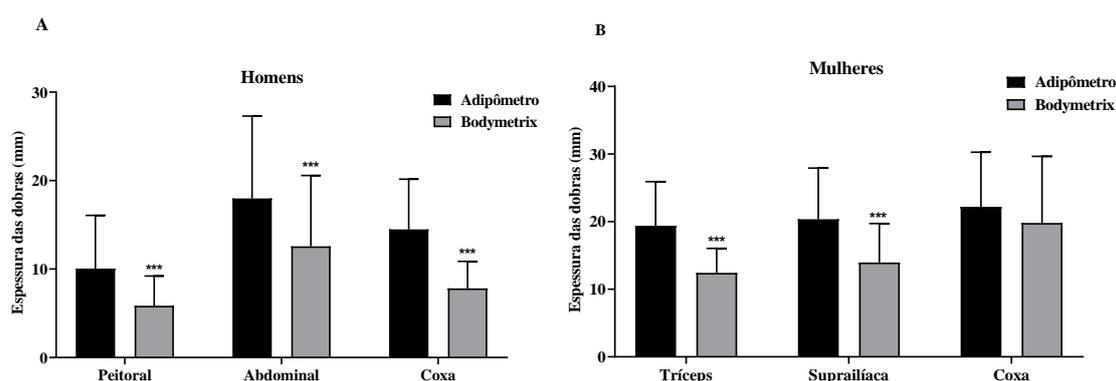
Tabela 1- Caracterização da amostra com valores representados através de média \pm DP.

Grupos	N	Idade (anos)	Estatura (m)	Massa corporal (kg)
Homens	89	23,12 \pm 3,14	1,72 \pm 0,59	73,12 \pm 5,43
Mulheres	43	21,20 \pm 2,05	1,65 \pm 0,32	61,60 \pm 4,28

Fonte: Criada pelos autores.

As Figuras 2 (A – B) apresentam as comparações entre as espessuras em milímetros das dobras cutâneas, de homens e mulheres respectivamente, a partir da leitura do adipômetro CESCORF e do ultrassom BodyMetrix. A diferença média na espessura de dobra cutânea para peitoral entre os homens foi de $4,20 \pm 2,64$ mm com diferenças significativas $p < 0,0001$, como mostra a Figura 2 (A). Na dobra abdominal a diferença foi de $5,42 \pm 1,29$ mm com diferenças significativas p valor $< 0,0001$, como mostra a Figura 2 (A). Na dobra de coxa a diferença média foi de $6,66 \pm 2,63$ mm com diferenças significativas com p valor $< 0,0001$, como mostra a Figura 2 (A). Para as mulheres, a diferença média na espessura de dobra cutânea para tríceps foi de $6,98 \pm 2,87$ mm com diferenças significativas p valor $< 0,0001$, como mostra a Figura 2 (B). Na dobra supraíliaca a diferença foi de $6,41 \pm 1,78$ mm com diferenças significativas p valor $< 0,0001$, como mostra a Figura 2 (B). Na dobra de coxa a diferença média foi de $2,37 \pm 1,73$ mm, sendo essas diferenças não significativas com p valor 0,0634, como mostra a Figura 2 (B).

Figura 2 – Comparação entre métodos (DC vs. US) na espessura de dobras cutâneas de homens e mulheres. A Figura 2A demonstra os resultados dos homens e a 2B para as mulheres.

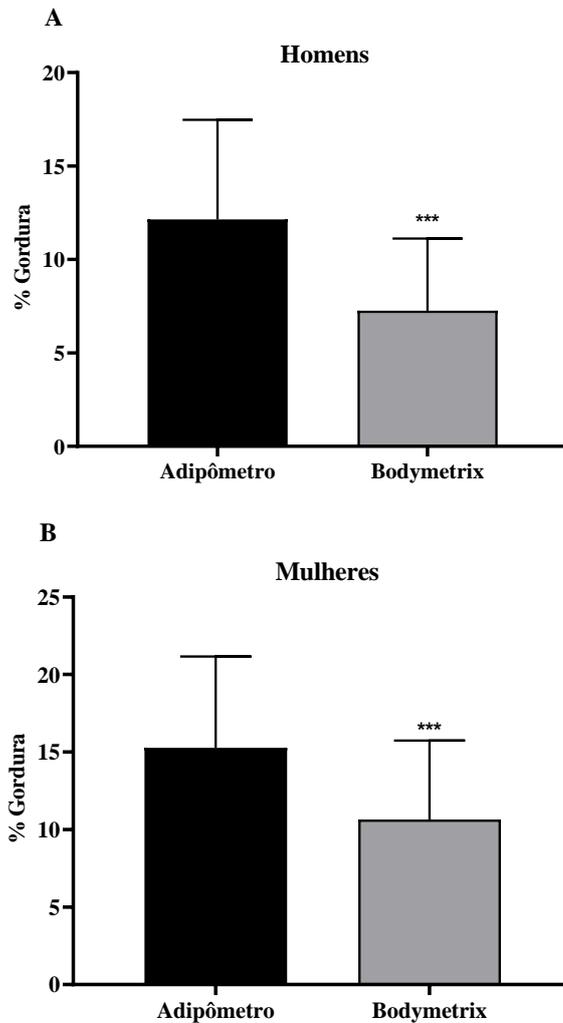


Fonte: Criada pelos autores. *** $p < 0,0001$.

As Figuras 3 (A – B) mostram a comparação do percentual de gordura entre a medição do adipômetro CESCORF e do ultrassom BodyMetrix, para homens e mulheres. A diferença entre os métodos em percentual de gordura para os homens foi de $-4,88 \pm 2,91$. Com diferença significativa com p valor $< 0,0001$. Como mostra a Figura 3 (A). A diferença entre os métodos em

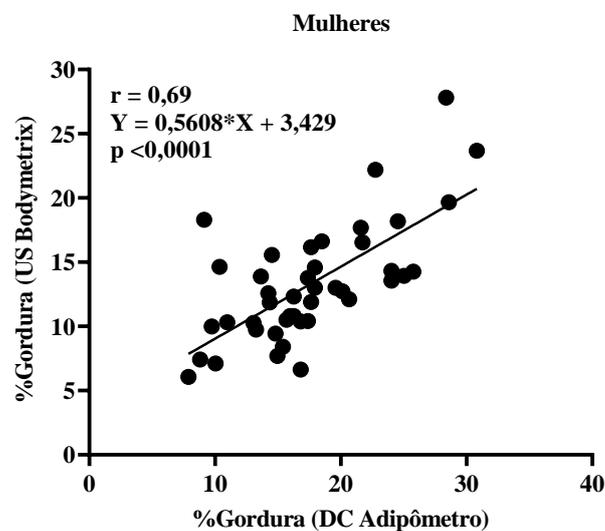
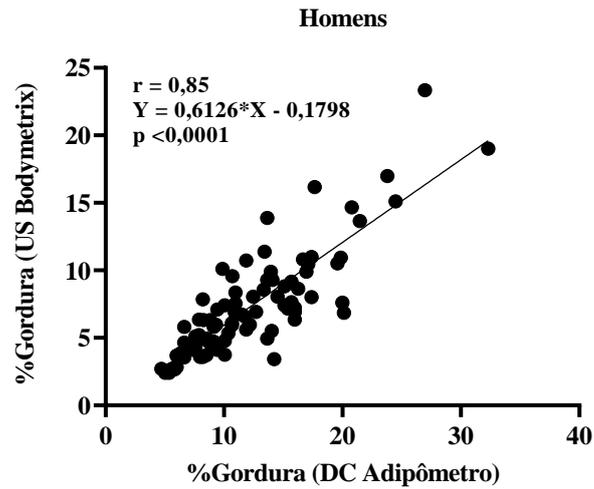
percentual de gordura para as mulheres foi de $-4,63 \pm 3,65$. Com diferença significativa com p valor $<0,0001$. Como mostra a Figura 3 (B).

Figura 3 – Comparação entre percentual de gordura medidos pelo adipômetro CESCORF modelo científico e o ultrassom BodyMetrix para homens e mulheres. A Figura 3A demonstra os resultados dos homens e a 3B para as mulheres.



Fonte: Criada pelos autores. *** $p < 0,0001$.

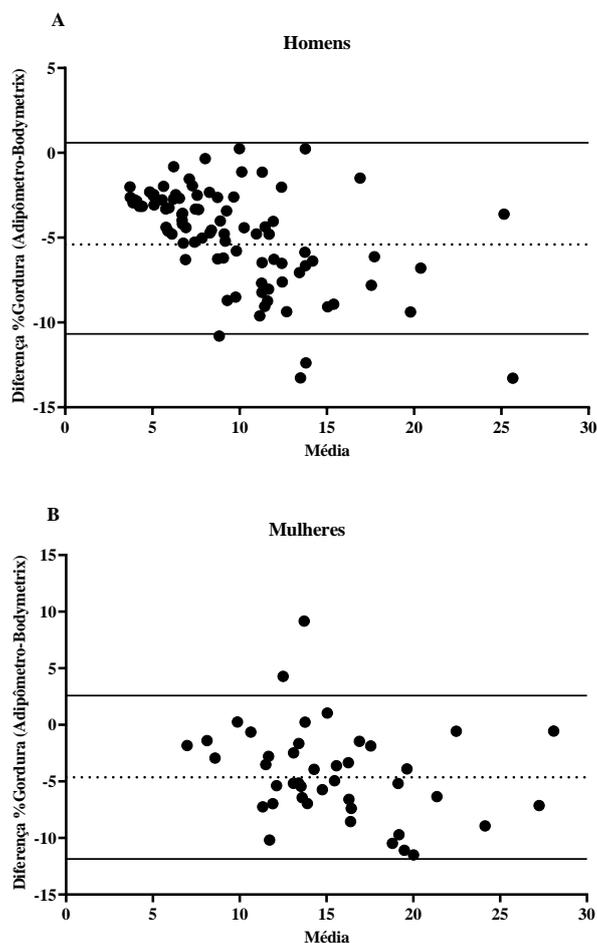
Figura 4 – Análise do Coeficiente de correlação de Pearson para relação entre o percentual de gordura estimado (% G) do adipômetro CESCORF e do ultrassom BodyMetrix, para homens e mulheres.



Fonte: Criada pelos autores.

As Figuras 5 (A – B) mostram os gráficos de Bland-Altman com os vieses de concordância entre os métodos para o percentual de gordura de homens e mulheres. No qual, a diferença aumentou entre os dois equipamentos, à medida que a espessura de gordura aumentou. Para os homens a diferença média foi de $-4,88 \pm 2,91$ (0,83:-10,59). Já as mulheres $-4,28 \pm 4,12$ (3,79:-12,35).

Figura 5 – Bland-Altman para concordância entre adipômetro CESCORF e ultrassom BodyMetrix, para homens (A) e mulheres (B).



Fonte: Criada pelos autores.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar o adipômetro CESCORF em relação ao ultrassom modo A BodyMetrix™ BX2000 na espessura das dobras cutâneas e na determinação da composição corporal. Em todos os três locais anatômicos de dobras cutâneas (homens e mulheres), foram observadas diferenças significativas entre as duas técnicas na comparação entre as espessuras em milímetros, onde o adipômetro produziu valores mais elevados do que o ultrassom em todos os pontos analisados.

Os valores encontrados neste estudo em relação a diferença média na espessura em milímetros foram: homens $4,20 \pm 2,64$ mm ($p < 0,0001$) dobra de peitoral, $5,42 \pm 1,29$ mm ($p < 0,0001$) dobra abdominal, e de $6,66 \pm 2,63$ mm ($p < 0,0001$) dobra de coxa. Para as mulheres, $6,98 \pm 2,87$ mm ($p < 0,0001$) dobra de tríceps, $6,41 \pm 1,78$ mm ($p < 0,0001$) dobra suprailíaca, e de $2,37 \pm 1,73$ mm ($p 0,0634$) dobra da coxa. Exceto a dobra da coxa não registrou diferenças

estatisticamente significativas entre os métodos, esse achado se justifica através das medições de menor valor, o que demonstra resultados similares entre os dois equipamentos.

Em relação à estimativa do %G, foram encontradas diferenças significativas na comparação do adipômetro com o ultrassom. A diferença média entre os métodos em %G para os homens foi de $-4,88 \pm 2,91$ ($p < 0,0001$) e $-4,63 \pm 3,65$ ($p < 0,0001$) para as mulheres. Algumas possíveis razões para valores superiores podem ser pelo método de ultrassom medir diretamente a espessura da gordura subcutânea (WAGNER, 2013), porém, quando uma dobra cutânea é destacada pelo avaliador, ela inclui uma dupla camada da pele com uma dobra comprimida de gordura subcutânea (SELKOW; PIETROSIMONE; SALIBA, 2011). Apesar da diferença de tecnologia entre os métodos, ambos medem a gordura subcutânea, portanto, é cabível supor uma correlação entre os métodos (PÉREZ-CHIRINOS et al., 2018).

Até onde sabe-se, este é um dos primeiros estudos realizado no Brasil que comparou e correlacionou as medidas obtidas através do adipômetro CESCORF com as medidas do ultrassom modo A BodyMetrix™ BX2000 na espessura das dobras cutâneas e na determinação da composição corporal. Os resultados demonstram que os valores de espessura do tecido adiposo medidos pelo adipômetro foram significativamente maiores do que os obtidos pelo ultrassom em qualquer local em nossa amostra. Corroborando nossos resultados, Selkon, Pietrosimone e Saliba (2011), ao avaliar a diferença média entre as medidas através do adipômetro e ultrassom da espessura de gordura subcutânea da coxa em homens e mulheres (idades $26,9 \pm 5,4$ anos), encontraram diferenças significativas entre as medidas de $2,18 \pm 2,78$ mm ($p < 0,001$) vasto medial oblíquo, $1,79 \pm 2,39$ mm ($p < 0,001$) reto femoral distal, $3,67 \pm 2,60$ mm ($p < 0,001$) reto femoral proximal e $2,21 \pm 2,97$ mm ($p < 0,001$) vasto lateral.

No presente estudo, a análise do coeficiente de correlação de Pearson demonstrou correlações significativas para relação entre o %G estimado entre o adipômetro e o ultrassom, para homens ($r = 0,85$, $p < 0,0001$) o que indica uma correlação forte, e mulheres ($r = 0,69$, $p < 0,0001$) o que indica uma correlação moderada. Ng, Rohling e Lawrence (2009), relataram resultados semelhantes ao nosso estudo ao correlacionar o adipômetro e as medidas de ultrassom em diferentes locais do corpo em um total de nove participantes (5 mulheres e 4 homens), com idades entre 20 e 30 anos. As medições ocorreram em 3 locais do corpo e foram encontradas fortes correlações entre as medidas nas regiões suprailíaca ($r = 0,90$), tríceps ($r = 0,72$) e coxa ($r = 0,89$). Esses achados demonstram que as medidas realizadas com o adipômetro e o ultrassom estão altamente correlacionadas como os resultados encontrados em nosso estudo. Em outro estudo ao comparar medidas do adipômetro e ultrassom em homens e mulheres na avaliação da espessura de gordura subcutânea da coxa; fortes correlações entre as medidas foram encontradas vasto medial oblíquo ($r = 0,90$, $p < 0,001$), reto femoral distal ($r = 0,93$, $p < 0,001$), reto femoral proximal

($r = 0,93$, $p < 0,001$) e vasto lateral ($r = 0,91$, $p < 0,001$) (SELKOW; PIETROSIMONE; SALIBA, 2011).

Os resultados da análise de Bland-Altman demonstraram uma diferença média de $(-4,88 \pm 2,91)$ para os homens e $(-4,28 \pm 4,12)$ para as mulheres no percentual de gordura. O viés concordância entre os métodos de 95% foi de $(0,83$ a $-10,59)$ para os homens e $(3,79$ a $-12,35)$ para as mulheres. Embora as correlações fossem fortes entre os dois métodos de medição, o intervalo de confiança entre os métodos teve uma magnitude muito elevada, indicando uma possível discrepância entre os equipamentos. Desta forma, as diferenças de medição de menor valor foram próximas de zero, o que demonstra que os dois equipamentos forneceram dados similares. Todavia, à medida que a espessura de gordura aumentou, a diferença aumentou entre os dois equipamentos, resultando em medidas consistentemente mais altas do adipômetro em relação ao ultrassom. Corroborando com os esses achados, Selkon, Pietrosimone e Saliba (2011), encontraram resultados semelhantes ao comparar o adipômetro em relação ao ultrassom na avaliação da espessura de gordura subcutânea da coxa, onde o intervalo de confiança entre os métodos foram amplos $(-3,38$ a $7,74)$ no vasto medial oblíquo, $(-3,04$ a $6,52)$ no reto femoral distal, $(-1,53$ a $8,87)$ no reto femoral proximal, e de $(-3,73$ a $8,15)$ no vasto lateral, e demonstraram uma aumento crescente via adipômetro à medida que a espessura da gordura aumentava, exceto o vasto lateral.

Kuo et al. (2020), comparou o método de dobras cutâneas em relação ao DEXA referente ao percentual de gordura corporal, em 59 pacientes diabéticos (36 mulheres e 23 homens). A análise de Bland-Altman demonstrou que o viés concordância entre os métodos de 95% foi de $(0,02$ a $17,45)$ feminino e $(-2,43$ a $16,86)$ masculino indicando que o método de dobras cutâneas tende a superestimar percentual de gordura corporal. Em outro estudo foi avaliada a precisão da medição do percentual de gordura corporal com um aparelho de US com o DEXA, em 93 atletas (24 mulheres, 69 homens), com idades entre 18 e 33 anos. O viés concordância entre os métodos de 95% foi de $(-0,06$ a $1,2)$ para todos os atletas e não apresentou superestimação (PINEAU, FILLIARD e BOCQUET, 2009). A comparação do adipômetro e ultrassom em relação ao DEXA indicou que o ultrassom demonstra uma relação mais forte com DEXA do que como o adipômetro, entretanto, a razão para esses resultados podem ser por se tratar de técnicas com tecnologias diferentes, entre as técnicas mencionadas somente o adipômetro inclui uma dupla camada da pele com uma dobra comprimida de gordura subcutânea.

Apesar dos nossos resultados deste estudo demonstrarem uma boa correlação entre as DC e o US, é importante considerar algumas limitações. Como o método de DC não é um método padrão ouro, não podemos confirmar ou negar a sua precisão e validade. Os indivíduos que

participaram do nosso estudo possuem o peso corporal normal, com isso, os resultados não podem ser generalizados para a população em geral ou grupos com sobrepeso ou obesidade.

CONCLUSÃO

Em conclusão, a técnica de medida do adipômetro e ultrassom demonstram correlações fortes, entretanto, os resultados de nosso estudo demonstram que as medidas feitas com o ultrassom e o adipômetro podem apresentar valores diferentes. Em consequência, o intervalo de confiança foi amplo entre os métodos, ou seja, à medida que a espessura de gordura aumentou, a diferença aumentou entre as duas técnicas. De modo geral, as medidas realizadas pelo adipômetro foram consistentemente mais altas do que o ultrassom. Com isso, os profissionais da área da saúde e do esporte, necessitam ter cautela antes de usar qualquer técnica como substituta da outra e precisam ter prudência ao interpretar os resultados de ambos os métodos em virtude as limitações das duas tecnologias para mensurar a gordura subcutânea.

Em termos práticos, dadas as diferenças entre os métodos, os resultados obtidos na aplicação desses métodos não devem ser usados em comparações diretas, se o objetivo for comparar os resultados e ter uma melhor relação entre os dados, deve-se realizar a avaliação da composição corporal com o mesmo método, onde o uso de várias ferramentas de medição pode levar a discrepâncias. Assim sendo, o adipômetro pode ser a melhor opção para obtenção da determinação da composição corporal em relação ao custo-benefício quando utilizado por um técnico treinado e experiente, entretanto, o ultrassom pode ser mais indicado para profissionais que não tem tanta experiência e habilidade ao utilizar o adipômetro, no entanto, o investimento será maior para aquisição do equipamento de ultrassom.

REFERÊNCIAS

- ACKLAND, Timothy R.; LOHMAN, Timothy G.; SUNDGOT-BORGEN, Jorunn; *et al.* Current Status of Body Composition Assessment in Sport. **Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 227–249, 2012.
- BARANAUSKAS, Marissa N.; JOHNSON, Kelly E.; JUVANCIC-HELTZEL, Judith A.; *et al.* Seven-site versus three-site method of body composition using BodyMetrix ultrasound compared to dual-energy X-ray absorptiometry. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 3, p. 317–321, 2017.
- BARREIRA, Tiago; RENFROW, Matthew; TSEH, Wayland; *et al.* The Validity Of 7-Site Skinfold Measurements Taken By Exercise Science Students. **International Journal of Exercise Science**, v. 6, n. 1, 2013.
- BIELEMANN, Renata M.; GONZALEZ, Maria Cristina; BARBOSA-SILVA, Thiago Gonzalez; *et al.* Estimation of body fat in adults using a portable A-mode ultrasound. **Nutrition**, v. 32, n. 4, p. 441–446, 2016.
- DA SILVA, Luiz. An introduction to Ultrasound and the BodyMetrix System. **IntelaMetrix, editor. Livermore, California**, 2010.
- DUREN, Dana L.; SHERWOOD, Richard J.; CZERWINSKI, Stefan A.; *et al.* Body Composition Methods: Comparisons and Interpretation. **Journal of Diabetes Science and Technology**, v. 2, n. 6, p. 1139–1146, 2008.
- EBBEN, William P.; HINTZ, Marilyn J.; SIMENZ, Christopher J. Strength and conditioning practices of Major League Baseball strength and conditioning coaches. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 3, p. 538–546, 2005.
- ELSEY, Amanda M.; LOWE, Alister K.; CORNELL, Ashley N.; *et al.* Comparison of the three-site and seven-site measurements in female collegiate athletes using BodyMetrix™. **International journal of exercise science**, v. 14, n. 4, p. 230, 2021.
- FORNETTI, Willa C.; PIVARNIK, James M.; FOLEY, Jeanne M.; *et al.* Reliability and validity of body composition measures in female athletes. **Journal of Applied Physiology**, v. 87, n. 3, p. 1114–1122, 1999.
- GOMES, Allister C.; LANDERS, Grant J.; BINNIE, Martyn J.; *et al.* Body composition assessment in athletes: Comparison of a novel ultrasound technique to traditional skinfold measures and criterion DXA measure. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 23, n. 11, p. 1006–1010, 2020.

HEYWARD, Vivian H.; WAGNER, Dale R. **Applied body composition assessment**. [s.l.]: Human Kinetics, 2004.

JACKSON, Andrew S.; POLLOCK, Michael L. Generalized equations for predicting body density of men. **British journal of nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.

JACKSON, Andrew S.; POLLOCK, Michael L.; WARD, A. N. N. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 12, n. 3, p. 175–181, 1980.

JACKSON, Andrew S.; POLLOCK, Michael L. Practical assessment of body composition. **The Physician and sports medicine**, v. 13, n. 5, p. 76–90, 1985.

JOHNSON, Kelly E.; NACCARATO, Ian A.; CORDER, Michelle A.; *et al.* Validation of three body composition techniques with a comparison of ultrasound abdominal fat depths against an octopolar bioelectrical impedance device. **International journal of exercise science**, v. 5, n. 3, p. 205, 2012.

KASPER, Andreas M.; LANGAN-EVANS, Carl; HUDSON, James F.; *et al.* Come back skinfolds, all is forgiven: a narrative review of the efficacy of common body composition methods in applied sports practice. **Nutrients**, v. 13, n. 4, p. 1075, 2021.

KERR, Ava; SLATER, Gary J.; BYRNE, Nuala. Impact of food and fluid intake on technical and biological measurement error in body composition assessment methods in athletes. **British Journal of Nutrition**, v. 117, n. 4, p. 591–601, 2017.

KUO, Feng-Chih; LU, Chieh-Hua; WU, Li-Wei; *et al.* Comparison of 7-site skinfold measurement and dual-energy X-ray absorptiometry for estimating body fat percentage and regional adiposity in Taiwanese diabetic patients. **Plos one**, v. 15, n. 7, p. e0236323, 2020.

MARFELL-JONES, Michael J.; STEWART, A. D.; DE RIDDER, J. H. **International standards for anthropometric assessment**. [s.l.: s.n.], 2012.

MICLOS-BALICA, Monica; MUNTEAN, Paul; SCHICK, Falk; *et al.* Reliability of body composition assessment using A-mode ultrasound in a heterogeneous sample. **European journal of clinical nutrition**, v. 75, n. 3, p. 438–445, 2021.

MOHAMMADI, EFTEKHAR; SHAKERIAN, SAEID. Comparison of body composition assessment in women using skinfold thickness equations, bioelectrical impedance analysis and underwater weighing. **Trends Sport Sci**, v. 17, n. 3, p. 223–224, 2010.

MÜLLER, Wolfram; LOHMAN, Timothy G.; STEWART, Arthur D.; *et al.* Subcutaneous fat patterning in athletes: selection of appropriate sites and

standardisation of a novel ultrasound measurement technique: ad hoc working group on body composition, health and performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 1, p. 45–54, 2016.

NG, Jessie; ROHLING, Robert; LAWRENCE, Peter D. Automatic measurement of human subcutaneous fat with ultrasound. **IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control**, v. 56, n. 8, p. 1642–1653, 2009.

PÉREZ-CHIRINOS BUXADÉ, Carla; SOLÀ-PEREZ, Toni; CASTIZO-OLIER, Jorge; *et al.* Assessing subcutaneous adipose tissue by simple and portable field instruments: Skinfolds versus A-mode ultrasound measurements. **PloS one**, v. 13, n. 11, p. e0205226, 2018.

PINEAU, Jean-Claude; FILLIARD, Jean Robert; BOCQUET, Michel. Ultrasound techniques applied to body fat measurement in male and female athletes. **Journal of athletic training**, v. 44, n. 2, p. 142–147, 2009.

REILLY, T.; GEORGE, Keith; MARFELL-JONES, Michael; *et al.* How well do skinfold equations predict percent body fat in elite soccer players? **International journal of sports medicine**, v. 30, n. 08, p. 607–613, 2009.

SELKOW, Noelle M.; PIETROSIMONE, Brian G.; SALIBA, Susan A. Subcutaneous thigh fat assessment: a comparison of skinfold calipers and ultrasound imaging. **Journal of athletic training**, v. 46, n. 1, p. 50–54, 2011.

SILVA, Danilo RP; RIBEIRO, Alex S.; PAVÃO, Fernando H.; *et al.* Validity of the methods to assess body fat in children and adolescents using multi-compartment models as the reference method: a systematic review. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 59, p. 475–486, 2013.

SIMENZ, Christopher J.; DUGAN, Carrie A.; EBBEN, William P. Strength and conditioning practices of National Basketball Association strength and conditioning coaches. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 3, p. 495–504, 2005.

SMITH-RYAN, Abbie E.; FULTZ, Sarah N.; MELVIN, Malia N.; *et al.* Reproducibility and validity of A-mode ultrasound for body composition measurement and classification in overweight and obese men and women. **PloS one**, v. 9, n. 3, p. e91750, 2014.

- SUAREZ-ARRONES, Luis; PETRI, Cristian; MALDONADO, Rafael Angel; *et al.* Body fat assessment in elite soccer players: cross-validation of different field methods. **Science and Medicine in Football**, v. 2, n. 3, p. 203–208, 2018.
- THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K.; SILVERMAN, Stephen J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6^a. Porto Alegre: Artmed Editora, 2012.
- TOOMEY, C.; MCCREESH, K.; LEAHY, S.; *et al.* Technical considerations for accurate measurement of subcutaneous adipose tissue thickness using B-mode ultrasound. **Ultrasound**, v. 19, n. 2, p. 91–96, 2011.
- TOTOSY DE ZEPETNEK, Julia O.; LEE, Jennifer J.; BOATENG, Terence; *et al.* Test–retest reliability and validity of body composition methods in adults. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 41, n. 5, p. 417–425, 2021.
- WAGNER, Dale R.; CAIN, Dustin L.; CLARK, Nicolas W. Validity and reliability of A-mode ultrasound for body composition assessment of NCAA division I athletes. **PLoS one**, v. 11, n. 4, p. e0153146, 2016.
- WAGNER, Dale R.; HEYWARD, Vivian H. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 70, n. 2, p. 135–149, 1999.
- WAGNER, Dale R. Ultrasound as a tool to assess body fat. **Journal of obesity**, v. 2013, 2013.
- WANG, J.; THORNTON, J. C.; KOLESNIK, S.; *et al.* Anthropometry in body composition: an overview. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 904, n. 1, p. 317–326, 2000.