



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRCTO SENSU* EM DESEMPENHO HUMANO
OPERACIONAL

ANDRÉ JUSTINO DE CARVALHO, TEN CEL INF

Validade e confiabilidade do Ultrassom Portátil na avaliação da composição corporal

Rio de Janeiro

2023

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM DESEMPENHO HUMANO
OPERACIONAL

ANDRÉ JUSTINO DE CARVALHO, TEN CEL INF

Validade e confiabilidade do Ultrassom Portátil na avaliação da composição corporal

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desempenho Humano Operacional.

Orientador: Prof. Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim

Coorientador: Prof. Dr. Samir Ezequiel da Rosa

Rio de Janeiro

2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da UNIFA

Carvalho, André Justino de

C331v Validade e confiabilidade do ultrassom portátil na avaliação da composição corporal / André Justino de Carvalho. – Rio de Janeiro: Universidade da Força Aérea, 2023.
58 f.: il., enc.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Barreiros Cardoso Bonfim
Dissertação (mestrado) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2023.

Referências: f. 46-51

1. Militar. 2. Ultrassom Portátil. 3. Índice de Massa Corporal. 4. Operacional I. Título. II. Bonfim, Alexander Barreiros Cardoso. III. Universidade da Força Aérea.

CDU: 591.134.6

ANDRÉ JUSTINO DE CARVALHO, TEN CEL INF

Validade e confiabilidade do Ultrassom Portátil na avaliação da composição corporal.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea.

Aproyado por:



Presidente: Professor Doutor Alexander Barreiros Cardoso Bomfim – UNIFA



Professor Doutor Daniel de Souza Alves – CEFAN



Professor Doutor Elirez Bezerra da Silva – UERJ



Professor Doutor Samir Ezequiel da Rosa – IPCFEx

Rio de Janeiro
Agosto de 2023

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela força e saúde que sempre me concede.

Dedico também à minha amada esposa, Magna Andrada, que esteve ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus filhos, Miguel e Arthur. Que este trabalho possa servir de exemplo para que vocês nunca desistam dos seus objetivos.

Ao meu orientador, Prof. Alexander Bonfim. Sem suas orientações precisas, não seria possível chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me dar forças e fé para superar todos os obstáculos que se colocaram à minha frente e, assim, poder alcançar esta importante conquista.

À minha amada esposa, Magna Andrada, meu mais sincero agradecimento. Sua dedicação incansável, seu amor incondicional e seu apoio constante foram meu farol nessa longa jornada. Este título também é seu.

Agradeço aos nossos filhos, Miguel e Arthur, por serem a minha inspiração. O carinho de vocês foi essencial para que eu não desistisse nos momentos mais difíceis.

Ao Comandante da Escola de Educação Física do Exército, que autorizou a realização desde mestrado, minha eterna gratidão. Sua confiança em minhas capacidades e a oportunidade que me foi dada foram elementos fundamentais para a execução deste trabalho.

Ao Diretor do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército que permitiu o uso do meios necessários para a realização das pesquisas diárias. Sua colaboração proporcionou a infraestrutura necessária para a realização desta pesquisa.

Agradeço ao meu amigo e coorientador, Dr. Samir da Rosa, pelos seus conhecimentos precisos, pela camaradagem e pela boa vontade em me ensinar. Seu apoio foi indispensável.

Minha gratidão também às Profas. Mirian Mainenti, Danielli Mello e Ângela Neves, pelas orientações. O conhecimento e a experiência que vocês compartilharam comigo foram inestimáveis.

Finalmente, agradeço ao meu orientador, Prof. Alexander Bonfim. Sua paciência, sabedoria e disponibilidade foram além do que eu poderia esperar. Seu direcionamento não apenas me orientou na minha jornada acadêmica, mas também me inspirou na vida pessoal.

Este trabalho é fruto da contribuição e do esforço de todos vocês. A vocês, meus sinceros agradecimentos.

EPÍGRAFE

"A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original." -
Albert Einstein

RESUMO

As Forças Armadas Brasileiras têm enfrentado um crescente desafio com o aumento de obesidade entre seus membros, um fator que afeta negativamente o desempenho operacional e aumenta os custos com saúde. O Comando da Aeronáutica (COMAER) tem utilizado o Índice de Massa Corporal (IMC) para avaliar o estado nutricional de seus membros nas Inspeções de Saúde, apesar de suas limitações. Portanto, torna-se essencial a busca por alternativas mais precisas e válidas. Nesse cenário, este trabalho de conclusão de curso teve por objetivo verificar a validade e confiabilidade do Ultrassom Portátil (US-P) da Bodymetrix®, um dispositivo de baixo custo e fácil manuseio, para medir o percentual de gordura corporal (%G). Além disso, foi proposto o desenvolvimento de equações preditivas para estimar o %G, baseadas em dados mensurados pelo US-P e medidas antropométricas. Três estudos e uma publicação técnico-profissional foram realizados. O primeiro estudo confirmou a confiabilidade do US-P através de um teste-reteste (CCI=0,97, P=0,001) e entre diferentes avaliadores (CCI=0,87, P=0,001). O segundo estudo verificou a validade do US-P para estimar o %G comparando-o com os resultados da absorciometria de raios X de dupla energia (DXA), mostrando uma correlação moderada e significativa ($r=0,59$; $P=0,009$). Foi desenvolvido um vídeo demonstrando as funcionalidades do US-P, inserido nas redes sociais do Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx), caracterizado como uma produção técnico-profissional. O terceiro estudo desenvolveu e validou equações preditivas para estimar o %G. Em uma amostra com 313 participantes, foi encontrada uma correlação positiva, muito forte e significativa ($r=0,913$, $P<0,001$), com EPE de 3,176 pontos percentuais, entre a aplicação da equação preditiva encontrada e a medição do %G pelo DXA. Essa correlação foi observada tanto para homens quanto para mulheres. O protocolo proposto por Jackson e Pollock de 7 sítios, o perímetro da cintura e a estatura, são preditores do %G, conforme demonstrado pela melhor equação encontrada: $\%G_{DXA} = 24,748 + 0,743 (\text{US-P } \%G_{JP7}) + 0,158 (\text{Perímetro da Cintura}) - 0,162 (\text{Estatura})$. O Teste de Bland-Altman confirmou a concordância entre os métodos com um erro médio de -0,002 pontos percentuais e limites de concordância entre -6,21 e 6,17 pontos percentuais. Os resultados obtidos sugerem que o US-P, em combinação com a equação de predição desenvolvida, é uma ferramenta válida e confiável para estimar o %G nas populações militares. Recomenda-se seu uso nas inspeções de saúde, como uma avaliação complementar àqueles que obtiverem o resultado do IMC superior a 29,9 kg/m².

Palavras-chave: Militares; Ultrassom portátil; Índice de Massa Corporal; operacional.

ABSTRACT

The Brazilian Armed Forces have been facing a growing challenge with the increase in obesity among its members, a factor that negatively affects operational performance and increases healthcare costs. The Air Force Command (COMAER) has used the Body Mass Index (BMI) to assess the nutritional status of its members in Health Inspections, despite its limitations. Therefore, there's an essential need to search for more accurate and valid alternatives. In this context, this master's thesis aimed to verify the validity and reliability of the Bodymetrix® Portable Ultrasound (US-P), a low-cost and easy-to-handle device, to measure the body fat percentage (%BF). Additionally, the development of predictive equations was proposed to estimate the %BF, based on data measured by the US-P and anthropometric measures. Three studies and one technical-professional publication were conducted. The first study confirmed the reliability of the US-P through a test-retest (ICC=0.97, P=0.001) and among different evaluators (ICC=0.87, P=0.001). The second study verified the validity of the US-P to estimate %BF by comparing it with the results of dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), showing a significant and moderate correlation (r=0.59; P=0.009). A video was developed demonstrating the functionalities of the US-P and was shared on the social networks of the Army Physical Training Center (CCFEx), characterized as a technical-professional production. The third study developed and validated predictive equations to estimate %BF. In a sample of 313 participants, a very strong and significant positive correlation was found (r=0.913, P<0.001), with an SEE of 3.176 percentage points, between the application of the found predictive equation and the measurement of %BF by DXA. This correlation was observed for both men and women. The protocol proposed by Jackson and Pollock with 7 sites, waist circumference, and height are predictors of %BF, as demonstrated by the best equation found: %BF DXA = 24.748 + 0.743 (US-P %BF JP7) + 0.158 (Waist Circumference) – 0.162 (Height). The Bland-Altman Test confirmed the agreement between the methods with an average error of -0.002 percentage points and agreement limits between -6.21 and 6.17 percentage points. The results obtained suggest that the US-P, combined with the developed prediction equation, is a valid and reliable tool for estimating %BF in military populations. Its use in health inspections is recommended as a complementary assessment for those with a BMI result greater than 29.9 kg/m².

Keywords: *Military; Portable Ultrasound; Body Mass Index; Operational.*

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	10
2.	PRODUÇÃO CIENTÍFICA E PROFISSIONAL	22
2.1	Resumo CELAFISCS (2021)	22
2.2	Resumo SIAFIS (2021)	23
2.3	Produção Técnico-Profissional	25
2.4	Artigo Científico	26
3	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46
	ANEXOS.....	51

1. APRESENTAÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a obesidade é definida como "uma condição de acúmulo excessivo de gordura corporal que pode prejudicar a saúde" (OMS, 2023). O Brasil é um dos países que apresenta uma alta taxa de obesidade, ocupando a 6ª posição no ranking mundial (OMS, 2021).

A escalada do consumo de alimentos ultraprocessados, somada à queda na atividade física regular, são identificadas como as principais causas do incremento da obesidade e das doenças associadas a ela. Projeções sugerem que, até 2025, cerca de 2,3 bilhões de adultos possam estar com sobrepeso, dos quais 700 milhões apresentem obesidade (Ministério da Saúde, 2019 e OMS, 2021).

Conforme dados de Ritchie e Roser (2017), no estudo que analisou 129 milhões de crianças, adolescentes e adultos, a prevalência de obesidade aumentou em todos os países entre os anos de 1975 e 2016. Em 2016, cerca de 650 milhões de adultos eram obesos, 13% da população mundial.

Acompanhando os resultados dos estudos citados acima, a obesidade no Brasil passou de 11,8% para 20,3%, entre 1975 e 2019, apontando um aumento de 72% (Ministério da Saúde, 2020). Dentre outros motivos, os fatores socioeconômicos, como pobreza e baixa escolaridade, estão fortemente correlacionados com a obesidade e, infelizmente, esses fatores estão presentes no Brasil, o que pode estar contribuindo para a alta taxa de obesidade no país. (Bora, 2019).

Por suas características de emprego, as tropas militares requerem indivíduos com boa resistência muscular e cardiorrespiratória, o que pode ser prejudicado quando se tem excesso de gordura corporal (Cawley; Maclean, 2012). Indivíduos nesta situação possuem mais chances de falhas nas atividades militares do que outros com pesos saudáveis (Bohner *et al.*, 2005). Estudos mostram que um melhor condicionamento físico torna os militares mais resistentes a doenças e lesões, além de contribuir para a melhora no desempenho operacional (Brasil, 2020a; Nesto, 2005).

Apesar dessa necessidade, as Forças Armadas de todo o mundo seguem a tendência mundial e enfrentam os mesmos problemas relativos ao sobrepeso e obesidade que atingem a população civil, conforme uma meta-análise realizada com 22 estudos e uma amostra de 3.211.654 militares de todo o mundo, onde 14% se encontravam no quadro de obesidade e 35% em sobrepeso (Baygi *et al.*, 2020).

A obesidade não influencia negativamente apenas na saúde e no desempenho operacional da tropa, também aumenta os gastos médicos hospitalares para o tratamento das

doenças associadas a ela (Bora, 2020). Ainda, pode causar prejuízos econômicos com a perda dos investimentos nos treinamentos de novos militares para substituir os dispensados por conta das doenças relacionadas a esta enfermidade (Bradham *et al.*, 2001).

Um estudo que acompanhou, durante seis anos (1993 a 1998), os gastos gerais com pacientes internados para o tratamento de doenças relacionadas a obesidade na Marinha dos Estados Unidos da América (EUA), apontou que foram gastos de cerca de 5,8 milhões de dólares neste período (Bradham *et al.*, 2001).

Outra pesquisa realizada também nos EUA estimou que são perdidos 658 mil dias de trabalho por problemas associados a sobrepeso e obesidade devido a faltas (absenteísmo). Por falta de produtividade (presenteísmo), também se perde 17 mil dias de trabalho. Baseando-se na média de pagamento diário para os militares, os gastos somados chegam a 105,6 milhões de dólares anualmente aos cofres públicos americanos (Dall *et al.*, 2007).

Para mitigar estes problemas causados pela obesidade, os militares adotam medidas de prevenção e acompanhamento, impondo padrões antropométricos, de saúde e de desempenho físico, para os aspirantes a tornarem-se militares e para os que estão efetivados (Laclaustra-Gimeno *et al.*, 2006).

No Brasil, como medida de prevenção, são realizados exames de aptidões físicas para admissão em todos os quadros das Forças Armadas, com a finalidade de avaliar os padrões individuais mínimos a serem atingidos pelos candidatos, sendo, desta forma, um filtro para evitar a entrada de indivíduos obesos, com desempenho físico insuficiente ou incapazes fisicamente por algum tipo de limitação (Brasil, 2019).

Na Força Aérea Brasileira e na Marinha do Brasil, são realizados medições de índice de massa corporal (IMC), enquadrados em um dos exames médicos gerais e sendo um dos pontos de corte para a entrada nestas Forças (Brasil, 2021a, 2021c). De acordo com o Manual de Instruções Técnicas das Inspeções de Saúde na Aeronáutica (ICA 160-6), por exemplo, “nas Inspeções de Saúde Iniciais serão considerados como ‘incapazes para o fim a que se destinam’, os candidatos, que obtiverem $IMC < 18,5$, caracterizando magreza, e $IMC > 29,9$ caracterizando obesidade” (Brasil, 2016).

Embora utilizado como parâmetro de controle ou de corte, o IMC parece não ser o melhor protocolo para este fim. Existem variações individuais que tornam este método impreciso para determinar se uma pessoa está com sobrepeso ou obesidade. Em grupos de esportistas de elite e fisiculturistas, por exemplo, o IMC alto não se correlaciona com a obesidade, pois há o aumento de peso em massa magra desses indivíduos e não em tecido adiposo (Weir; Jan, 2022).

Seu uso em avaliação epidemiológica está correto, porém, existe a imprecisão para classificação da composição corporal quando utilizado em avaliações individuais. Ele é impreciso e ignora a composição corporal, não sendo capaz de diferenciar massa muscular de massa de gordura (Bora, 2020 e Neves *et al.*, 2013).

Ademais, o IMC não parece ser um indicador de gordura corporal igualmente preciso para homens e mulheres. Deve-se ter atenção para esta imprecisão no uso deste protocolo na atribuição de um fator de risco de gordura aos avaliados, especialmente no público feminino (Morabia *et al.*, 1999).

Além disso, o uso deste método de avaliação também tem levado a problemas jurídicos com candidatos insatisfeitos por serem considerados inaptos nos exames de seleção (Brasil, 2017). Estes infortúnios relacionados ao uso do IMC, além dos custos de processos, geram desgaste para a imagem das Forças Armadas.

Visando a diminuição das imprecisões nas avaliações encontradas pelo uso do IMC, tanto na admissão de militares quando nos exames de rotina que eles são submetidos, faz-se necessário estabelecer métodos alternativos para a avaliação da composição corporal.

Leite (2004) destacou os principais instrumentos de avaliação da composição corporal, como: a tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM), bioimpedância (BIA), pesagem hidrostática (PH), pletismografia por deslocamento de ar (PDA), medidas antropométricas (MA), absorciometria de raios X de dupla energia (DXA) e ultrassom portátil em modo-A (US-P).

Estas técnicas são classificadas como métodos diretos, indiretos e duplamente indiretos. O método direto possui elevada precisão e sem utilização prática, pois somente pode ser realizada por meio da dissecação de cadáveres, servindo de referência para os outros métodos. Os métodos indiretos, considerados padrões de referência por serem precisos sobre os componentes da composição corporal, apresentam limitações por terem alto custo, necessitarem de ambientes adequados para aplicação e treinamento de avaliadores especializados (Benito *et al.*, 2019). Os métodos duplamente indiretos, considerados menos precisos, normalmente possuem custo reduzido e podem ser aplicados em campo. Em sua maioria, usam equações de regressão preditivas para encontrar os valores da composição corporal, baseando-se nos métodos indiretos (Kasper *et al.*, 2021).

Cada um destes protocolos têm pontos fortes e limitações únicas, como: aplicabilidade, manuseio do equipamento, custo, portabilidade, precisão, necessidade de qualificação profissional, entre outros (Kendler *et al.*, 2013). A escolha entre o melhor método é determinada

pela ponderação entre todos estes fatores, aquele que apresentar maior número de benefícios e adequação, face as limitações, poderá ser o mais apropriado.

Usado pela primeira vez para medir a composição corporal na década de 50, o ultrassom é capaz de medir a espessura da gordura em diversos locais e pode ser uma técnica eficiente para estimativa do percentual de gordura corporal (%G), (Intelamatrix, 2020).

Há diferentes modos de ultrassonografia: o Modo-A (modo-Amplitude), modo de exibição mais simples e utilizado com menor frequência, normalmente, em mapeamento oftalmológico e aplicações que requerem medidas de comprimento ou profundidades precisas; o modo-B é mais usado em imagens diagnósticas, exibidas em 2D; o modo-M é utilizado em ecocardiografia, principalmente valvares; e o Modo Doppler que é utilizado para avaliar o fluxo sanguíneo (Peixoto *et al.*, 2010).

Entre os métodos duplamente indiretos, o ultrassom portátil em modo-A (US-P) tem oferecido resultados promissores e apresenta-se como uma alternativa viável para avaliação da composição corporal. Segundo o fabricante, (IntelaMetrix, Inc., Livermore, CA, USA), o aparelho da BodyMetrix BX-2000 possui baixo custo (cerca de R\$17.000,00), facilidade de manuseio, boa portabilidade e possibilidade de monitoramento da composição corporal de grandes populações, com o tempo médio de avaliação de 10 minutos por pessoa. Estas vantagens contrasta-se com outros métodos mais sofisticados que possuem custo elevado e somente podem ser utilizados em ambiente laboratorial (Abbie E. *et al.*, 2014; Kruger *et al.*, 2020 e Ripka *et al.*, 2016).

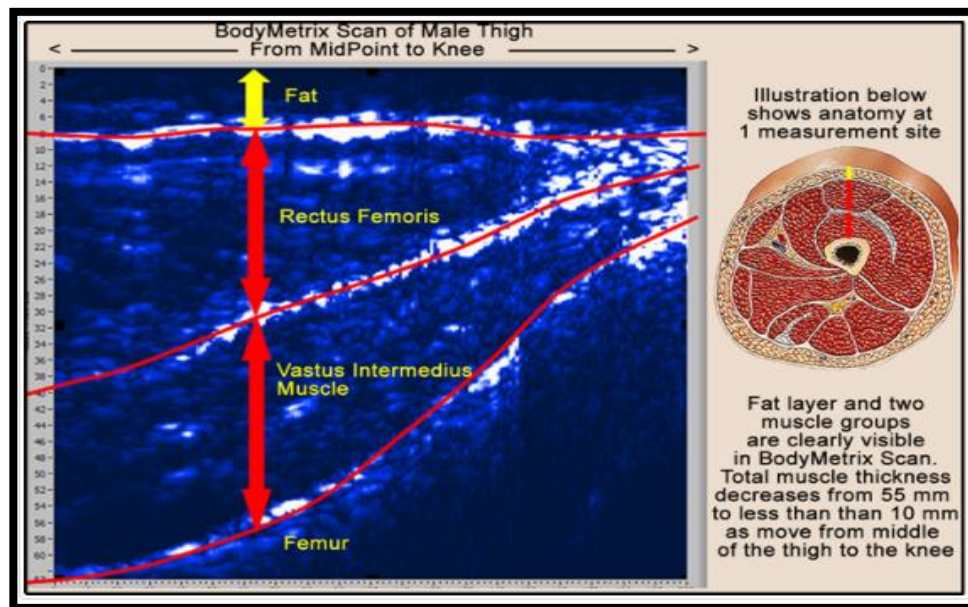
Sua portabilidade justifica-se pelo fato de ser usado com um laptop comum, acoplado ao um cabo USB, o que permite o uso em diversos ambientes, como academias, clínicas, centros de treinamentos e estudos de campo (Bielemann *et al.*, 2016).

Segundo o fabricante, o aparelho transdutor da BodyMetrix BX-2000 gera imagens reais da espessura da gordura e do tecido muscular. A aquisição destas imagens ocorre com a emissão do sinal de ultrassom que navega por meio dos tecidos, gordura, músculo e osso, provocando ecos sonoros que são refletidos e processados em um *software*, gerando os valores do (%G), massa gorda (MG), massa livre de gordura (MLG), espessura localizada da camada de gordura e espessura localizada da camada muscular, além do cálculo da relação cintura quadril (RCQ), IMC e taxa metabólica basal (TMB). Esse processo é feito através do movimento do transdutor sobre a região do corpo que está sendo examinada (Intelamatrix, 2020).

O equipamento pode ser utilizado de duas formas: em modo varredura (scan), gerando as imagens descritas conforme a **figura 1**, onde é possível analisar a espessura dos tecidos; ou em modo de toque nos sítios antropométricos, escolhidos por um dos protocolos existentes no

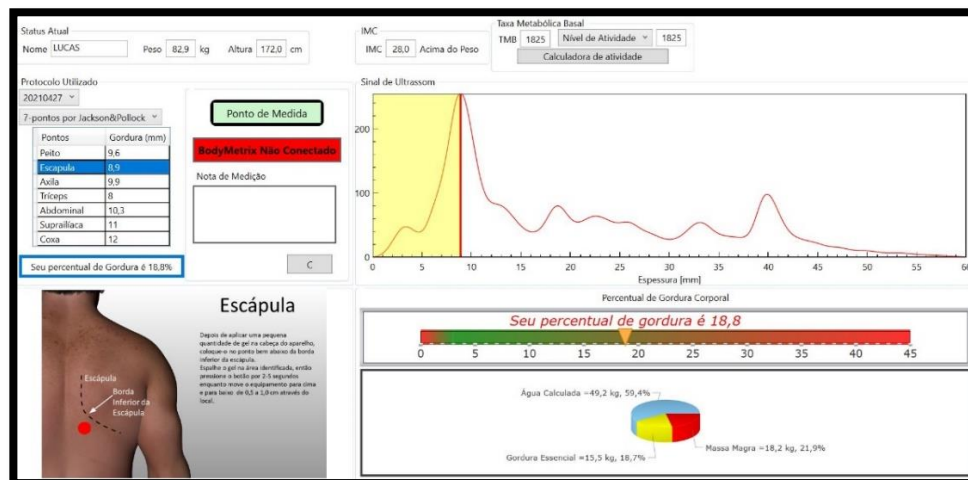
software do fabricante, sendo, neste caso, utilizado de forma semelhante a um compasso de dobras cutâneas, **figura 2**. Nesta configuração, a imagem dos tecidos não é gerada, somente um gráfico com a espessura da gordura subcutânea é mostrado (Intelamatrix, 2020a; Peixoto *et al.*, 2010).

Figura 1 - BodyMetrix em modo varredura (scan)



Fonte: INTELAMETRIX (2021)

Figura 2 – US-P em modo toque



Fonte: software BodyView

No entanto, a confiabilidade e validade deste tipo de instrumento têm sido frequentemente questionada. Estes são conceitos decisivos utilizados comprovar a qualidade da

metodologia aplicada em uma pesquisa. Apesar de serem termos diferentes, eles estão fortemente conexos (Alexandre *et al.*, 2013).

A verificação da confiabilidade do instrumento usado na pesquisa é essencial para comprovar a qualidade da metodologia aplicada (Terwee *et al.*, 2007). Ela é a capacidade de representação de um resultado de forma consistente em momentos distintos, e tem como objetivo realizar análises seguras e verdadeiras para abrandar as chances de distorção dos resultados e ocorrência de erros (Fitzner, 2007 e Alexandre *et al.*, 2013).

A confiabilidade em repetibilidade do equipamento, é a utilização do mesmo aparelho, pelo mesmo pesquisador, em momentos diferentes e com as mesmas condições, ou seja, é a consistência medida ao longo do tempo. (Fitzner, 2007; Brasil, 2012 e Alexandre *et al.*, 2013).

A confiabilidade em reprodutibilidade do equipamento, ocorre quando os testes são realizados com avaliadores diferentes em momentos diferentes, utilizando o mesmo equipamento. (Terwee *et al.*, 2007).

Por outro lado, confiabilidade da reprodutibilidade entre equipamentos distintos envolve a repetição do experimento por diferentes avaliadores em momentos diferentes, utilizando equipamentos diferentes, mas seguindo as mesmas condições experimentais. Nesse caso, busca-se verificar se os resultados são consistentes entre os avaliadores e equipamentos distintos (Brasil, 2012).

A confiabilidade é determinada pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI). Ele varia de “zero” a “um”, quanto mais próximo de “um” mais estável é o instrumento de avaliação. Estudos sugerem que valores do CCI menor que 0.5 são pobres, valores entre 0.5 e 0.75 são moderados, entre 0.75 e 0.9 são bons e maiores que 0.9 são excelentes (koo Li, 2016). Porém, o método de Bland-Altman também pode ser utilizado para avaliar a confiabilidade de um instrumento, fornecendo informações importantes sobre a consistência dos resultados obtidos por ele. Os gráficos de Bland-Altman avaliam a concordância entre dois métodos de medição, permitindo visualizar diferenças e identificar tendências ou vieses sistemáticos. São úteis em pesquisas para entender a comparabilidade de diferentes técnicas de medição. A diferença entre estes métodos é que, enquanto o CCI avalia a consistência na forma como os dois métodos variam juntos, Bland-Altman foca na magnitude e padrão das discrepâncias entre os métodos (Bland-Altman, 1995 e ABNT 1998).

Em complemento, para se obter resultados relevantes, os métodos de coleta de dados devem ser válidos. Segundo Ahemed (2021), a validade pode ser definida como o grau que o instrumento realmente mede o que se propõe a medir. Vale ressaltar que ela não é característica de um instrumento e deve ser determinada geralmente com a comparação a um valor de

referência “padrão-ouro”. Quanto mais próximo o valor determinado pelo instrumento a ser avaliado for do valor determinado pelo instrumento padrão-ouro, maior será sua validade e confiabilidade.

No entanto, para um instrumento ser válido, o conceito de confiabilidade não é satisfatório por si só, pois um teste com boa confiabilidade pode não refletir de forma fidedigna uma medida real. Assim, um aparelho não confiável não pode ser válido, por outro lado, um aparelho confiável não é necessariamente válido (Ahmed, 2021; Kang *et al.*, 2020 e Wagner; Cain; Clark, 2016).

Como exemplo, em uma amostra de 100 indivíduos, foi verificada a validade e confiabilidade de uma balança para mensurar a massa corporal ao compará-la com o padrão-ouro. Os resultados apresentam uma forte correlação entre os equipamentos ($r=0,92$) e apontam para uma superestimação da massa corporal, um acréscimo de $0,5\pm 0,01$ kg a cada 10kg de massa corporal. Nesta situação hipotética, a balança é válida e confiável para mensurar a massa corporal. Por outro lado, caso os resultados apresentassem uma correlação moderada ($r=0,65$) e um acréscimo de $2,5\pm 1,9$ kg a cada 10kg de massa corporal, a balança seria válida para mensurar a massa corporal, porém não confiável. Se ainda os resultados apresentassem uma correlação fraca ($r=0,4$) e um acréscimo de $2,5\pm 1,9$ kg a cada 10kg de massa corporal, a balança não é válida e nem confiável para mensurar a massa corporal.

Assim, os conceitos de validade e a confiabilidade são propriedades fundamentais de um instrumento de medida em pesquisa científica, uma vez que garantem que os resultados obtidos são legítimos e seguros quanto a medição.

Buscando verificar a validade e confiabilidade do protocolo de utilização do US-P para medição de composição corporal, diversos estudos vêm sendo realizados, na maior parte deles tendo a absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA) e a plestimografia por deslocamento de ar (PDA) como padrão-ouro de comparação, conforme o **quadro 3**.

Segundo a escala de Koo Li (2016), esses achados demonstraram excelente confiabilidade para os testes de repetibilidade (teste reteste) e reprodutibilidade (entre avaliadores), com o CCI acima de 0,96, para ambos os testes (Carvalho; Bomfim, 2021; Smith-Ryan *et al.*, 2014a; Totósy De Zepetnek *et al.*, 2021; Wagner; Cain; Clark, 2016)

Wagner e Teramoto (2020) verificaram as medições realizadas com avaliadores inexperientes que receberam apenas 25 minutos de instrução para a utilização do US-P, encontrado um CCI que variou entre 0,832 a 0,990 de confiabilidade entre os avaliadores.

Outros estudos verificaram a validade por meio da Correlação de Pearson, comparando o resultado do %G mensurado por meio do *software* do fabricante (BodyView) com protocolos

padrão-ouro (Kelly e Johnson, 2012; Johnson *et al.*, 2014; Baranauskas *et al.*, 2015 e Schoenfeld *et al.*, 2017).

Os estudos de Kelly e Johnson (2012), Totosy (2021) e Hendrickson (2019), por exemplo, embora tenham avaliados grupos diferentes, jovens e pessoas de meia idade, com protocolos distintos, Jackson e Pollock 7 e 3 dobras, medidos por meio do *software* do fabricante, encontraram correlações fortes e muito fortes, $r = 0,879$, $r = 0,848$ e $r = 0,964$, respectivamente. Por outro lado, os estudos de Ripka (2016) e Kelly e Johnson (2014) apresentaram correlações fracas e moderadas, $r = 0,495$ e $r = 0,660$, nos resultados calculados com o *software* do fabricante.

Entre os estudos que mostraram os gráficos de Bland-Altman para avaliação da confiabilidade entre os aparelhos (reprodutibilidade), Bielemann (2016) e Smith-Ryan *et al.* (2014) apresentaram um viés não sistemático, Ripka (2016) descreveu um viés sistemático e Schoenfeld (2016) um viés inconclusivo. Os achados de Carvalho, Bomfim (2021), Totosy de Zepetnek *et al.* (2021), Wagner e Teramoto (2020), Hendrickson *et al.* (2019), Ripka *et al.* (2016), Wagner, Cain, Clark (2016); Johnson *et al.* (2014) e Abbie E. *et al.*, 2014, não apresentaram os gráficos de dispersão para análise deste tipo de viés.

Percebe-se que o tamanho e tipo da amostra é uma limitação comum na maioria desses estudos. Os estudos de Hendrickson *et al.* (2019), Loenneke *et al.* (2014), Schoenfeld *et al.* (2017), Totosy *et al.* (2021) e Wagner; Cain; Clark (2016), por exemplo, possuem amostras pequenas, com menos de X participantes, e com características de baixo depósitos de gorduras subcutâneas, variando de X a Y% do %G, jovens acadêmicos e com IMC abaixo de 25 Kg/m², o que pode ter favorecido as mensurações por meio do US-P, diminuindo as chances de erro de medições, já que o equipamento atua de forma semelhante a um compasso de dobras cutâneas.

Somente o estudo de Smith-Ryan (2014) analisou uma população com sobrepeso e obesidade (IMC = 31.5 ± 5.2 Kg/m², n = 47). Concluiu que o US-P subestimou significativamente o %G nesta amostra em relação ao resultado encontrado por meio da PDA (-4.72 ± 3.73), indicando que, para pessoas com grandes depósitos de gorduras subcutâneas, o US-P parece apresentar resultados de %G menores que o padrão ouro.

Assim, o US-P parece não apresentar dados robustos sobre a validade nos resultados calculados por meio do *software* do fabricante e os padrões utilizados como referência, quando analisados por meio da Correlação de Pearson (Abbie E. *et al.*, 2014; Hendrickson *et al.*; 2019; Johnson *et al.*, 2014; Wagner; Cain; Clark, 2016).

Porém, outros estudos não utilizaram os valores calculados pelo *software* do fabricante e buscaram variáveis independentes como medidas de perímetros e sítios das dobras cutâneas

avaliados pelo US-P. Estes valores foram associados a equações de regressão linear múltiplas para prever o valor de %G e os resultados encontrados foram melhores e mais robustos (Baranauskas *et al.*, 2017; Kang *et al.*, 2020; Ripka *et al.*, 2016). Ripka *et al.*, (2016), por exemplo, encontrou uma baixa correlação de Pearson entre o sexo feminino ($r = 0,495$), após uma regressão linear múltipla chegou-se ao resultado a um $r = 0,712$.

Por outro lado, entre estes achados que buscaram equações por meio de regressão linear múltipla, não foi encontrado algum que tenha verificado a validade externa dos resultados por meio da validação cruzada. Esta técnica é utilizada para avaliar a capacidade de generalização de um protocolo para indivíduos semelhantes fora do estudo, ou seja, para verificar se os resultados podem ser generalizados em populações semelhantes (Patino; Ferreira, 2018).

Nos estudos analisados, mostrados no **quadro 3**, não foram encontrados os cálculos para indicação do tamanho das amostras e a descrição a respeito do intervalo de tempo praticado entre a medida de referência e o US-P.

AUTOR (ano)	TIPO DE ESTUDO	CARACTERÍSTICA DA AMOSTA	PADRÃO REFERÊNCIA	RESULTADO (%G)	TESTE ESTATÍSTICO	DESFECHO		
						VALIDADE	CONFIABILIDADE	
							r	CCI Repetibilidade Reprodutibilidade
Baranauskas <i>et al.</i> , (2015)	Validade	n = 76 (33M e 43F) Idade: 22.8 ± 2.5 anos Massa: 70.35 ± 16.12 kg Estatura: 1.71 ± 0.12 m	DXA	DEXA 25.19 ± 8.62 US-P 21.31 ± 6.29	Correlação de Pearson	0.82	-	-
Wagner; Cain; Clark (2016)	Validade e confiabilidade	n = 45 (22H e 23 M) Idade 20.1 ± 1.6 anos IMC 24.1 ± 2.4 Kg/m ²	PDA		CCI Regressão linear múltipla Brand-Altman	0.92*	0.97 0.99	3.2 ± 2.96 (-2.8 – 9)
Johnson <i>et al.</i> , (2014)	Validade	n = 49 (F) Idade: 23.0 ± 4.7 anos Massa: 60.55 ± 10.30 kg Estatura: 1.64 ± 0.09 m IMC: 22.0 ± 3.1 Kg/m ²	DXA	DEXA 29.7 ± 1.0 US-P 26.0 ± 0.5	Correlação de Pearson	0.65	-	-
		n = 35 (M) Idade: 23.0 ± 3.3 anos Massa: 83.73 ± 11.97 kg Estatura: 1.80 ± 0.08 m IMC: 23.6 ± 3.2 Kg/m ²	DXA	DEXA 20.1 ± 1.3 US-P 15.7 ± 0.6	Correlação de Pearson	0.84	-	-
Ripka <i>et al.</i> , (2016)	Validade e confiabilidade	n = 34 (F) Idade: 13.0 ± 2.3 anos Massa: 52.8 ± 9.3 kg IMC: 20.82 ± 4.31 Kg/m ²	DXA	DEXA 30.3 ± 4.9 US-P 22.5 ± 5.7	Regressão Linear Múltipla Bland-Altman	0.84*	-	0 ± 3.57 (-7.0 – 7.0)
		n = 71 (M) Idade: 14.0 ± 2.0 anos Massa: 57.8 ± 12.2 kg IMC: 20.79 ± 3.11 Kg/m ²	DXA	DEXA 20.0 ± 7.2 US-P 9.6 ± 6.6	Regressão Linear Múltipla Bland-Altman	0.92*	-	0 ± 2.96 (-5.4 – 5.8)
Bielemann <i>et al.</i> , (2016)	Validade e confiabilidade	n = 104 (F) Idade: 31.9 ± 9.9 anos IMC: 24.8 ± 4.3 Kg/m ²	PDA	PDA 21.2 ± 7.3 US-P 21.7 ± 6.4	Regressão Linear Múltipla Bland-Altman	0.90*	-	0.1 ± 3.37 (-6.5 – 6.7)
		n = 102 (M) Idade: 30.0 ± 8.1 anos IMC: 25.7 ± 3.7 Kg/m ²	PDA	PDA # US-P 17.6 ± 6.9	Regressão Linear Múltipla Bland-Altman	0.85*	-	0.5 ± 3.67 (-6.8 – 7.7)

Schoenfeld <i>et al.</i> , (2017)	Validade e confiabilidade	n = 20 (F) Idade: 22.4 ± 2.8 anos Massa: 62.2 ± 6.5 kg Estatura: 1.63 ± 0.05 m	PDA	PDA 25.59 ± 7.94 US-P 26.51 ± 6.32	Correlação de Pearson Bland-Altman	0.86	-	-0.92±4.09 (-9.0 – 7.09)
Kelly; Johnson (2012)	Validade	n = 26 (18M e 8F) Idade: 22.9±1.35 anos %G 15.3 ± 8.43	PDA	PDA 15.5 ± 5.83 US-P 15.7 ± 5.14	Correlação de Pearson	0.88	-	-
Totosy De Zepetnek <i>et al.</i> , (2021)	Validade e confiabilidade	n = 49 (16M e 33F) Idade: 31.4 ± 10.7 anos Massa: 68.0 ± 12.9 kg Estatura: 1.69 ± 0.8 m IMC: 23.5 ± 3.0 Kg/m ²	PDA	PDA 24.7 ± 7.2 US-P 24.3 ± 6.6	CCI Regressão Linear Múltipla Brand-Altman	0.85*	0.99 0.98	- 0.32±3.85 (-7.87 – 7.22)
Hendrickson <i>et al.</i> , (2019)	Confiabilidade	n = 31 (21M e 10F) Idade: 26.7.8 ± 3.9 anos Massa: 75.0 ± 13.8 kg Estatura: 1.77 ± 0.9 m IMC: 23.9 ± 3.0 Kg/m ²	PDA	PDA # US-P 17.6 ± 6.9	CCI Bland-Altman	-	0.80 0.87	0±3.57 (-9 – 7)
Loenneke <i>et al.</i> , (2014)	Validade	n = 13 (F) Idade: 20 ± 1 anos Massa: 62.9 ± 7.6 kg Estatura: 1.60 ± 0.1 m	DXA	DEXA 21.6 ± 5.7 US-P 25.0 ± 4.4	Correlação de Pearson	0.75	-	-
Smith-Ryan <i>et al.</i> , (2014)	Confiabilidade	n = 47 (20M e 27F) Idade: 37.6 ± 11.6 anos Massa: 94.1 ± 16.1 kg Estatura: 1.73 ± 0.10 m IMC: 31.5 ± 5.2 Kg/m ²	PDA	PDA 33.7 ± 7.6 US-P 29.0 ± 6.5	CCI Brand Altman	-	0.98	-4.72**±3.73 (-12.0 – 2.59)

Continuação do quadro 3

Legenda: (n) - Número de avaliados; (M) - Masculino; (F) Feminino; % GC - Percentual de gordura orporal; US-P - Ultrassom portátil; BodyView - Software de análise do US-P; DXA - Densitometria por dupla emissão de raios-X; JP7 - Protocolo de Jackson-Pollock, sete sítios; JP3 – Protocolo de Jackson-Pollock, três sítios; r - Coeficiente de Correlação de Pearson; IMC – Índice de Massa Corporal; (CCI) Coeficiente de Correlação Intraclasse; PDA - Pletismografia por deslocamento de ar; (*) extraída a raiz quadrada dos resultados do coeficiente de determinação da regressão linear múltipla; (**) Dados imputados.

Fonte: O Autor

Assim, ao apresentar os problemas desencadeados pela obesidade no ambiente militar, a imprecisão do IMC e o potencial do US-P modo-A como instrumento de mensuração da composição corporal, surge o problema da pesquisa:

Qual a validade e confiabilidade do US-P modo-A em avaliar a composição corporal?

Como resposta ao questionamento, o presente TCC foi dividido em três partes:

A primeira parte é uma apresentação geral sobre o funcionamento do US-P, o emprego deste aparelho, conceitos de validade e confiabilidade e apresentação de um quadro resumo de estudos que avaliaram este método.

A segunda parte é a produção acadêmico e técnico profissional, subdividido em:

Um resumo encaminhando e aprovado no 44º Simpósio Internacional de Ciências do Esporte (CELAFISCS), que teve como objetivo verificar a confiabilidade do ultrassom portátil para estimar o percentual de gordura corporal. Os resultados evidenciaram uma boa confiabilidade com o uso do US-P, apresentando uma excelente repetibilidade (intra-avalador) e reprodutibilidade (interavaliadores), corroborando com os resultados dos estudos citados acima.

Outro resumo apresentado e publicado nos anais do XIX Simpósio Internacional de Atividade Física (SIAFIS), que teve como objetivo verificar a validade do US-P para estimar o %G comparando-o com resultado obtido pelo DXA. Na comparação, utilizando os protocolos de Jackson e Pollock de 3 e 7 sítios (JP3 e JP7) calculados pelo *software* do US-P, verificou-se uma correlação moderada e não significativa para JP3 ($r=0,44$; $P=0,065$), e uma correlação moderada e significativa para JP7 ($r=0,59$; $P=0,009$).

Dentro da segunda parte, também foi produzido um conteúdo didático e institucional a respeito do emprego do US-P para a avaliação da composição, publicado nas plataformas oficiais do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx) e do Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx)

Além de um artigo de validade e confiabilidade do US-P que buscou, a partir da análise dos resultados, desenvolver e validar equações de predição para estimar o %G a partir dos dados antropométricos e espessura da gordura subcutânea mensurada pelo US-P, em comparação com os resultados do DXA. Este estudo buscou mitigar as limitações dos estudos anteriores relativos ao tamanho e composição da amostra, controle do intervalo na avaliação entre o US-P e o DXA, análise do comportamento do viés a partir dos resultados do Teste de Bland-Altman e ausência de validação externa.

A terceira parte é a conclusão do TCC apresentando os possíveis encaminhamentos profissionais e a proposição de novas pesquisas.

2. PRODUÇÃO CIENTÍFICA E PROFISSIONAL

2.1. RESUMO CELAFISCS (2021)

Produção acadêmica apresentada no 44º Simpósio Internacional de Ciências do Esporte e 4º Simpósio de Atividade Física e Comportamento Sedentário. publicada nos anais AN532 CELAFISCS, realizado em 7 a 9 de outubro de 2021.

Autores: André Justino de Carvalho (1,2)*; Miriam Mainenti (2); Gelson Luiz Pierre Junior (3); André Luiz Campos Martins dos Santos (1,4); Samir Ezequiel da Rosa (3); Alexander Barreiros Cardoso Bomfim (1); *Apresentador

Instituições: (1) Programa de Pós-graduação em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro/RJ; (2) Escola de Educação Física do Exército, Rio de Janeiro/RJ; (3) Instituto de Pesquisa e Capacitação Física do Exército, Rio de Janeiro/RJ e (4) Colégio Militar do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ.

Autor correspondente: André Justino de Carvalho – email: andrecarvalho286@gmail.com

CONFIABILIDADE DO ULTRASSOM PORTÁTIL NA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MILITARES

Introdução: As Forças Armadas (FFAA) do Brasil e de diversos outros países utilizam o Índice de Massa Corporal (IMC) como ponto de corte para ingresso em suas fileiras e como parâmetro no acompanhamento do estado nutricional da tropa. Embora eficiente em abordagens epidemiológicas, esta medida apresenta imprecisão para a classificação do indivíduo, sendo necessário para as FFAA métodos mais precisos, de baixo custo e fácil utilização em grandes populações. O ultrassom vem sendo estudado por mais de 50 anos como uma alternativa para a avaliação da composição corporal. **Objetivo:** verificar a confiabilidade do ultrassom portátil para estimar o percentual de gordura corporal (%G). **Métodos:** Foram avaliados 21 militares (9 mulheres e 12 homens) em dois momentos diferentes com intervalo de 24 a 48 horas entre as medições, por dois avaliadores com experiência nos procedimentos de avaliação da composição corporal, sendo coletadas as seguintes medidas: massa corporal (cm), estatura (cm); sítios (mm) com o uso do ultrassom portátil, modelo BodyMetrix (BM): tríceps, subescapular, peitoral, médio axilar, abdominal, suprailíaca e coxa, protocolo de Jackson-Pollock de 7 sítios (JP7). Foi utilizado o *software* BodyView ProFit, versão 3.0.3.21083 para avaliação do %G. Para analisar a repetibilidade (intra-avaliador) e reprodutibilidade (interavaliadores), foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI), através do *software* SPSS versão 20, admitindo-se $P \leq 0,05$ para significância estatística. **Resultados:** Amostra apresentou idade $34,07 \pm 5,56$ anos e IMC $25,67 \pm 6,5$ kg/m². O BM ofereceu excelente repetibilidade, intra-avaliador, CCI=0,97, para $P=0,0001$ e boa repetibilidade, interavaliadores, CCI=0,869, para $P=0,0001$. **Conclusão:** Foi evidenciada a confiabilidade do ultrassom portátil nos testes realizados. A facilidade na administração do método e o baixo custo, quando comparado aos métodos laboratoriais, torna o ultrassom portátil uma alternativa para a avaliação e acompanhamento da composição corporal em grandes populações.

Palavras-Chave: índice de massa corporal; ultrassom portátil; Bodymetrix; Forças Armadas

2.2. RESUMO SIAFIS (2021)

Produção acadêmica apresentada no XIX Simpósio Internacional de Atividade Física (SIAFIS) e IX Fórum Científico da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) e publicada nos anais Revista Educação Física / J Phys Ed (2021) 90, 4, Suplemento Especial, S-1 – S-43, realizado em 11 e 12 de novembro de 2021

Autores: André Justino de Carvalho (1,2)*; Danielli Braga de Mello (2); Angela Nogueira Neves (2); André Luiz Campos Martins dos Santos (1,4); Samir Ezequiel da Rosa (3); Gelson Luiz Pierre Junior (3); Alexander Barreiros Cardoso Bomfim (1);

*Apresentador

Instituições: (1) Programa de Pós-graduação em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro/RJ, Brasil; (2) Escola de Educação Física do Exército, Rio de Janeiro/RJ, Brasil; (3) Instituto de Pesquisa e Capacitação Física do Exército, Rio de Janeiro/RJ, Brasil e (4) Colégio Militar do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, Brasil

Autor correspondente: André Justino de Carvalho – email: andrecarvalho286@gmail.com

Referências:

FORTES, M. DE S. R. *et al.* Epidemiological study of metabolic syndrome in Brazilian soldiers. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 63, n. 4, p. 345–350, 21 mar. 2019.

WAGNER, D. R.; CAIN, D. L.; CLARK, N. 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.

VALIDADE DO ULTRASSOM PORTÁTIL NA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MILITARES

Introdução: Pontos de corte do Índice de Massa Corporal (IMC) são adotados como critério de seleção para o ingresso nas Forças Armadas. Embora eficiente para abordagens epidemiológicas, este método não se mostra confiável para verificar e diagnosticar a obesidade. O ultrassom foi estudado como uma alternativa mais precisa e viável para a verificação da composição corporal da tropa. **Objetivo:** verificar a validade do ultrassom portátil, modelo BodyMetrix (BM) para estimar o percentual de gordura corporal (%G) comparando-o com resultado obtido pela absorciometria de raios-x de dupla energia (DXA). **Métodos:** Foram avaliados 18 militares (7 mulheres e 11 homens) aptos para o serviço do Exército Brasileiro de diferentes Organizações Militares, todos em jejum de 12 horas, medidos pelo DXA e BM, nesta ordem. Utilizou-se o DXA da General Electric, modelo iLunar, software CoreScan, versão 14.10.022 e o ultrassom da IntelMetrix, software BodyViewProFit, versão 3.0.3.21083. A validade foi analisada pelo Coeficiente de Correlação de Pearson (r) entre o %G avaliado pelo DXA e BM, utilizando o protocolo de Jackson e Pollock de 3 e 7 sítios (BM3, BM7). Foi empregado o *software* SPSS versão 20, admitindo-se $P \leq 0,05$ para significância estatística. **Resultados:** Amostra apresentou idade $32,84 \pm 6,08$ anos e IMC $25,32 \pm 3,15$ kg/m². A comparação entre os resultados DXA e BM3 apresentou uma correlação moderada e não significativa, ($r=0,44$; $P=0,065$); e uma correlação moderada e significativa entre DXA e BM7 ($r=0,59$; $P=0,009$). **Conclusão:** O protocolo de BM7 sítios mostrou-se ser capaz de avaliar a

%G moderadamente bem como o DXA, somando-se as vantagens como acessibilidade, portabilidade e facilidade de uso, a utilização do ultrassom portátil se apresenta como uma alternativa atraente em comparação a outros métodos laboratoriais.

Palavras-Chave: índice de massa corporal; ultrassom; DXA; Forças Armadas

2.3. Produção Técnico-Profissional

Vídeo pedagógico que elucida as vantagens associadas à utilização do ultrassom portátil para a avaliação da composição corporal, publicado nas plataformas do Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx). A sua relevância e impacto foram significativos, tendo alcançado cerca de 15.000 indivíduos.

Este mesmo material também foi disponibilizado nas plataformas do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), onde encontrou uma audiência adicional de 6.000 seguidores. Essa ampla distribuição demonstra a relevância prática e teórica do tema. O conteúdo pode ser acessado no link abaixo:

<https://www.instagram.com/reel/ChaSQ6-gxDr/?igshid=MzRIODBiNWFIZA==>

2.4. ARTIGO CIENTÍFICO

DESENVOLVIMENTO DE EQUAÇÕES PREDITIVAS COM O USO DO ULTRASSOM PORTÁTIL DE MODO-A PARA ESTIMAR O PERCENTUAL DE GORDURA

RESUMO

Objetivo: desenvolver e validar equações de predição para estimar o percentual de gordura (%G) a partir de medidas antropométricas e de espessura da gordura subcutânea com o uso do US-P. **Método:** foram avaliados 313 voluntários, sendo 146 mulheres e 167 homens, com idade de 37 ± 8 anos e IMC $26,7 \pm 4$ kg/m². Para a predição do %G, foi usada a análise de regressão linear múltipla, no modelo de análise passo-a-passo recuado, onde a variável predita foi o %G mensurado pelo DXA e as variáveis preditoras foram as espessuras da gordura subcutânea, perímetros antropométricos, a idade e o sexo. A equação escolhida foi a que apresentou o menor erro padrão de estimativa (EPE), maior valor do coeficiente de determinação (R²) e a menor quantidade de variáveis independentes. A validação cruzada foi empregada com uma amostra aleatória da mesma população, composta por 30 homens e 30 mulheres para verificar a confiabilidade dos resultados. **Resultados:** foi encontrada uma forte correlação significativa (P<0,001), positiva e muito forte para homens e mulheres, (r=0,913), e EPE de 3,176 %, entre a aplicação da equação preditiva encontrada e a medição do %G pelo DXA. O protocolo de Jackson e Pollock de 7 sítios, o perímetro da cintura e a estatura, podem ser usados para prever o %G, conforme resultados da melhor equação encontrada: $\%G_{DXA} = 24,748 + 0,743 (\text{US-P } \%G_{JP7}) + 0,158 (\text{Perímetro da Cintura}) - 0,162 (\text{Estatura})$.

Os resultados do Teste de Bland-Altman apresentaram concordância entre os métodos, com erro médio de -0,002 % (P=0,912) com limites de concordância entre -6,21 e 6,17 pontos percentuais. **Conclusão:** Os resultados obtidos sugerem que o US-P, em combinação com a equação de predição desenvolvida, é uma ferramenta válida e confiável para medir e estimar o %G nas populações militares.

Palavras-chave: Militares; Ultrassom portátil; Índice de Massa Corporal; operacional.

ABSTRACT

Objective: Develop and validate prediction equations to estimate body fat percentage (%BF) from anthropometric measurements and subcutaneous fat thickness using the US-P. **Method:** 313 volunteers were evaluated, consisting of 146 women and 167 men, with an average age of 37 ± 8 years and BMI of 26.7 ± 4 kg/m². Multiple linear regression analysis was used for %BF prediction, applying the stepwise backward model, where the predicted variable was %BF measured by DXA, and the predictor variables were subcutaneous fat thickness, anthropometric perimeters, age, and sex. The chosen equation was the one with the smallest standard error of estimate (SEE), highest coefficient of determination (R²), and fewest independent variables. Cross-validation was used with a random sample of the same population, comprising 30 men and 30 women, to verify the reliability of the results. **Results:** A significant, positive, and very strong correlation was found for both men and women ($r=0.913$, $P<0.001$), with an SEE of 3.176%, between the application of the discovered predictive equation and the %BF measurement by DXA. The Jackson and Pollock 7-site protocol, waist circumference, and height can be used to predict %BF, as shown by the best equation found: $\%BF_{DXA} = 24.748 + 0.743 (\text{US-P } \%BF_{JP7}) + 0.158 (\text{Waist Circumference}) - 0.162 (\text{Height})$. The Bland-Altman Test results showed agreement between the methods with an average error of -0.002% ($P=0.912$) and agreement limits ranging from -6.21 to 6.17 percentage points. **Conclusion:** The findings suggest that the US-P, combined with the developed prediction equation, is a valid and reliable tool for measuring and estimating %BF in military populations.

Keywords: Military Personnel; Portable Ultrasound; Body Mass Index; Operational.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a prevalência da obesidade obteve um crescimento em proporções pandêmicas (NCD Risk Factor Collaboration, 2017), atingindo também as Forças Armadas e de Segurança de todo o mundo e, como consequência, o aumento dos custos em assistência à saúde, o desgaste na imagem institucional, a diminuição na capacidade de trabalho administrativo e, principalmente, perdas no desempenho operacional dos militares (Simões; De Oliveira, 2020).

Dados do exército americano apontam que os indivíduos obesos não são aptos para o serviço militar (Friedl, 2012). Neste cenário, a distinção objetiva de um corpo musculoso de outro corpo em situação de obesidade é fundamental para os militares, apontando a importância da avaliação da composição corporal.

Apesar de precisos, os métodos de avaliação indiretos da composição corporal como a absorciometria por raios-X com dupla energia (DXA), a pletismografia (PDA) e a pesagem hidrostática (PH), são considerados padrão-ouro (Sant'anna; Priore; Franceschini, 2009), porém de alto custo, usados em ambientes controlados e com dificuldade logística para grandes contingentes.

Outros métodos, classificados como duplamente indiretos, as dobras cutâneas (DC) e a bioimpedância elétrica (BIO), têm menores custos para sua aplicação, podem ser realizadas em grandes contingentes, mas ainda necessitam de avaliadores treinados, no caso das DC, ou que os avaliados cumpram uma rotina pré-avaliação complexa, como nos protocolos de avaliação pela BIO, podendo comprometer a confiabilidade dos testes (Lohman, 1986; Abbie E. *et al.*, 2014; Kruger *et al.*, 2020).

O desafio é adotar um método de fácil mensuração, baixo custo, válido e confiável, além de viabilidade logística para grandes populações e em diferentes cenários.

O ultrassom portátil em modo A (US-P), modelo BodyMetrix BX-2000 (IntelaMetrix, Inc., Livermore, CA, USA), avalia a composição corporal através da espessura da gordura subcutânea e apresenta-se como uma estratégia promissora devido ao seu baixo custo e praticidade (Ripka *et al.*, 2014; Almeida *et al.*, 2018).

Foi projetado para ser usado em campo, apresenta os resultados de percentual de gordura corporal total (%G), massa gorda (MG), massa livre de gordura (MLG), espessura localizada da camada de gordura e taxa metabólica basal (Abbie E. *et al.*, 2014; Krueger *et al.*, 2015; Ripka *et al.*, 2014).

O US-P alcançou resultados promissores quando verificado as diferenças intra e entre avaliadores, com ou sem experiência (Abbie E. *et al.*, 2014; Carvalho; Bomfim, 2021;

Hendrickson *et al.*, 2019; Smith-Ryan *et al.*, 2014a; Totosy De Zepetnek *et al.*, 2021; Wagner; Cain; Clark, 2016; Wagner; Teramoto, 2020).

Quando comparado com o padrão de referência, os resultados apontam que o US-P tende a subestimar o que foi avaliado pelo DXA, além de apresentar o viés sistemático dos dados (SmithRyan 2014; Ripka, 2016; Fornetti *et al.* 1999; Wagner *et al.* 2000).

Com o uso do *software* do fabricante, a validade foi confirmada com resultados que variam de correlação fraca a muito forte, $r=0,495$ a $r=0,964$. (Abbie E. *et al.*, 2014; Johnson *et al.*, 2014; Ripka, 2016; Wagner; Cain; Clark, 2016; Carvalho *et al.*, 2021).

Melhores resultados tanto para confiabilidade, como para validade, foram encontrados quando os resultados das medidas do US-P se associaram a medidas antropométricas, em equações de predição (Bielemann *et al.*, 2016; Ripka *et al.*, 2016; Totosy De Zepetnek *et al.*, 2021; Wagner; Cain; Clark, 2016).

O presente estudo teve por objetivo desenvolver e validar equações de predição para estimar o percentual de gordura a partir de medidas antropométricas e de espessura da gordura subcutânea com o uso do US-P, comparando-os com os resultados obtidos pelo DXA.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento do estudo

O presente estudo de corte transversal foi aprovado pelo Comitê de Ética do Centro de Capacitação Física do Exército brasileiro, com número do protocolo CAAE: 54345521.3.0000.9433. As orientações da Declaração de Helsinque foram seguidas.

Amostra

A coleta de dados iniciou em 28 de abril de 2021 e finalizou em 17 de novembro de 2022, totalizando 313 participantes, 146 mulheres e 167 homens, da Marinha, do Exército e da Aeronáutica do Brasil, voluntários a participarem do programa de monitoramento da síndrome metabólica (SM), realizado pelo Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército brasileiro.

A amostra atendeu aos seguintes critérios de inclusão: a) ser voluntário e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A) e b) ser militar do serviço ativo das Forças Armadas do Brasil. Foram excluídos os indivíduos que não atenderam os seguintes critérios: a) que não fizeram jejum de 12h; b) que deixarem de participar de alguma fase da

coleta; c) que realizaram quaisquer tipos de cirurgia recente na região clavicular, tórax ou abdominal; e d) grávidas ou lactantes.

Procedimento para validação cruzada

Foi realizada a validação cruzada dos resultados, utilizando uma amostra da mesma população. A partir de uma alocação aleatória por computador, duzentos e cinquenta e três sujeitos, sendo 137 homens e 116 mulheres, foram selecionados para o Grupo Construção (GC), que desenvolveram as equações preditivas e sessenta sujeitos sendo 30 homens e 30 mulheres, foram classificados no Grupo Validação (GV), que participaram do procedimento de confiabilidade do modelo de predição.

09:04 v = 12:04 a

Procedimento para coleta de dados

Para o procedimento de coleta dos dados foi adotado a seguinte ordem individual: medidas antropométricas, mensuração da espessura subcutânea utilizando o US-P e avaliação do percentual de gordura (%G), por meio do DXA. O padrão de referência como última variável a ser coletada é uma orientação sugerida pelo Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies (QUADAS-2), proposto por Whiting *et al.* (2004, 2006).

Todas as coletas foram realizadas no mesmo dia, não excedendo a vinte minutos o intervalo entre as medidas antropométricas, US-P e DXA.

Variáveis coletadas

A Variável Predita (VPa) foi o %G mensurado pelo DXA, General Electric (modelo iLunar, software CoreScan 2015, versão 14.10.022 41,42) a partir do escaneamento de corpo inteiro, conduzidas por um técnico em radiologia, o qual também realizou as calibrações diárias do aparelho antes do início do escaneamento, conforme prevê o protocolo do próprio fabricante (Rothney *et al.*, 2012; Furlam *et al.*, 2021).

Um técnico treinado e experiente fez a coleta das seguintes Variáveis Predictoras (VPo): sexo (M/F); idade (anos); massa corporal (Kg); estatura (cm); espessura da gordura subcutânea pelo US-P (mm) nos sítios da coxa, escápula, peito, abdominal, tríceps, suprailíaca e axila; e perímetros corporais (cm) da cintura, braço, coxa e panturrilha.

A massa corporal foi determinada com auxílio da balança digital de marca Líder, modelo P150M, com carga máxima de 200 kg. A estatura foi medida por um estadiômetro metálico, de marca Sanny, com precisão ± 2 mm. Os avaliados ficaram em pé, mantendo o contato com o aparelho pelo calcanhar e com a cabeça ajustada ao plano de Frankfurt, de acordo com o

protocolo da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*.

Para os perímetros da cintura, braço, coxa e panturrilha, foi seguido o protocolo sugerido por Norton e Olds (2005), medidos com uma trena modelo Sanny medical, Starret, modelo: SN 4010. O perímetro da cintura foi medido no ponto mais estreito do tronco, entre a última costela e a crista ilíaca; o perímetro do braço foi mensurado no ponto médio entre a borda superior da cabeça do úmero e o olecrano; o perímetro da coxa foi mensurado no ponto médio entre a borda superior da patela e o trocanter maior do fêmur e o perímetro da panturrilha foi medido no seu ponto de maior circunferência.

A espessura da gordura subcutânea foi mensurada pelo US-P. Uma fina camada de gel foi aplicada no transdutor do aparelho e, em seguida, colocado perpendicularmente até o ponto de contato com a pele nos sítios do tríceps, subescapular, peitoral, axilar média, suprailíaca, abdominal e coxa, conforme orientações sugeridas pelo protocolo de Jackson e Pollock (1978).

Foi controlada a pressão do US-P contra a pele para evitar o mínimo de deformação do tecido. As medidas foram realizadas no modo iniciante, o que obrigou o examinador a realizar, no mínimo, três medições em cada local até atingir duas medições iguais (Wagner; Teramoto, 2020).

O sítio tríceps foi mensurado no ponto médio entre a borda superior da cabeça do úmero e o olecrano; o sítio subescapular foi medida 2 cm abaixo da borda inferior da escápula, em um ângulo de 45 graus em relação à coluna vertebral; o sítio peitoral foi mensurado no ponto médio entre a axila anterior e o mamilo; o sítio axilar média, no ponto médio entre a crista ilíaca e o bordo inferior da axila; o sítio suprailíaca, acima da crista ilíaca, na interseção do prolongamento da linha axilar anterior; o sítio abdominal foi mensurado no ponto localizado a 2 cm à direita da cicatriz umbilical; o sítio da coxa foi medida no ponto médio entre a borda superior da patela e o trocanter maior do fêmur, conforme o protocolo da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*.

Seguindo estudos semelhantes para validar o US-P na estimativa do %G, foi adotado o protocolo sugerido por Jackson e Pollock (1978) para três e sete sítios (Bielemann *et al.*, 2016; Schoenfeld *et al.*, 2017; Hendrickson *et al.*, 2019; Tototy De Zepetnek *et al.*, 2021).

Para o desenvolvimento das equações preditivas foi adotado um procedimento por blocos de análise. O Bloco 1 de análise foi o uso individual ou do somatório para 3 sítios para homens e mulheres ou 7 sítios definidos pelo protocolo de Jackson e Pollock (1978) das VPo do US-P associados com medidas antropométricas.

O Bloco 2 de análise foi o protocolo de estimativa do %G de Jackson e Pollock (1978) de 3 ou 7 sítios com ou sem o uso do *software* de análise do US-P (Bodyview), associados com

medidas antropométricas. Observando que, nas análises sem o uso do *software* Bodyview, o %G foi calculado conforme o **Quadro 1**, abaixo.

Quadro 1: Protocolo de Jackson e Pollock (1978) para estimativa da densidade corporal e Equação de Siri (1961) para estimativa do percentual de gordura corporal.

	Sexo	Sítios (ST)	Densidade corporal (DENS)	%G
JP3	Masc	PE, AB, CX	$1,10938 - 0,0008267(\sum ST) + 0,0000016(\sum ST)^2 - 0,0002574(ID)$	$(4,95/DENS) - 4,5 \times 100$
	Fem.	TR, SI, CX	$1,0994921 - 0,0009929(\sum ST) + 0,0000023(\sum ST)^2 - 0,0001392(ID)$	
JP7	Masc	SE, TR, PE, AM,	$1,112 - 0,00043499(\sum ST) + 0,00000055(\sum ST)^2 - 0,0002882(ID)$	
	Fem.	SI, AB, CX	$1,097 - 0,00046971(\sum ST) + 0,00000056(\sum ST)^2 - 0,00012828(ID)$	

Legenda: **JP3:** Protocolo de Jackson e Pollock para 3 sítios; **JP7:** Protocolo de Jackson e Pollock para 7 sítios; **PE:** Peitoral; **AB:** Abdominal; **CX:** Coxa; **TR:** Trícepal; **SI:** Suprailíaca; **SE:** Subescapular; **AM:** Axilar média; **ID:** Idade em anos; **%G:** percentual de gordura estimado pela Equação de Siri.

Análise estatística

Os dados descritivos coletados foram apresentados com valores de média e desvio padrão. Em cada teste estatístico foram verificados os pressupostos para a utilização da estatística paramétrica.

Foi realizado o Teste t de Student para amostras independentes com o objetivo de verificar a existência de diferenças significativas entre as médias das variáveis entre os sexos (Tabela 1), além das diferenças médias entre o GV e o GC (Tabela 2).

Para a construção das equações preditivas foram utilizados os seguintes procedimentos: matriz de “r” (Pearson) entre as variáveis, sendo descartada do modelo a VPo com valores espúrios e não significativos;; Regressão Linear Múltipla (RLM) entre US-P combinadas com medidas antropométricas e o DXA (Blocos 1 e 2), apresentados seus resultados na Tabela 3. Para as RLM, foram considerados os seguintes pressupostos: normalidade dos resíduos, ausência de homocedasticidade, ausência de multicolinearidade e de ter, no mínimo, 20 amostras para cada variável preditora.

Para a predição do %G na RLM, foi utilizado o modelo de análise passo-a-passo recuado. Foram considerados *outliers* e descartados os indivíduos da amostra do GC que apresentaram resíduos padronizados maiores que $\pm 2DP$.

Foram selecionados os modelos com o menor erro padrão de estimativa (EPE), maior valor do coeficiente de determinação (R^2) para RLS ou coeficiente de determinação ajustado (R^2_{Ajust}) para RLM e a menor quantidade de variáveis independentes.

Para o procedimento de validade da equação de regressão foram extraídos a raiz quadrada do coeficiente de determinação da RLS (R^2) e Múltipla (R^2 Ajust), interpretados de acordo com Mukaka (2012).

Definidos os melhores modelos (R^2 , R^2 Ajust), a confiabilidade da melhor equação encontrada foi mensurada pela concordância dos modelos com o DXA, por meio do teste de Bland-Altman (Bland; Altman, 1995). Foram apresentados os gráficos de dispersão para avaliar o comportamento do viés, sistemático ou não sistemático e de proporção, quando o caso, bem como os valores médios dos vieses, limites inferior e superior, com intervalo de confiança a 95% (IC95%) (Hirakata; Camey, 2009), **Figura 1a, 1b**.

Um procedimento de validação cruzada, a partir da seleção de outra amostra da mesma população, foi utilizado para verificar a confiabilidade da equação de predição. O modelo selecionado para predição desenvolvida pelo GC foi adotado para o GV, calculando o r de Pearson entre o US-P e o DXA, como para o teste de Bland-Altman (**Figura 2a, 2b**).

As análises estatísticas foram feitas por meio *software* SPSS[®], versão 29 (IBM, Chicago, EUA). A significância estatística aceitável foi definida em $P \leq 0,05$ para todos os testes.

RESULTADOS

Os dados descritivos dos 313 avaliados, 167 homens e 146 mulheres, foram avaliados. Com exceção da variável idade, os valores médios entre homens e mulheres são diferentes, para $P < 0,05$, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Resumo das características dos dados da amostra.

	Média (DP)			Teste t independente
	Total (n=313)	Feminino (n=146)	Masculino (n=167)	
Idade	37 (8)	37,9 (7,2)	36,3 (8,5)	,067
Massa (kg)	78,6 (16,2)	68,4 (12,9)	87,5 (13,5)	<,001
Estatura (cm)	171 (8,6)	164,8 (6)	176,4 (6,8)	<,001
IMC (kg/m ²)	26,7 (4)	25,1 (4)	28 (3,5)	<,001
DXA %G	30,8 (7,7)	35,1 (7,2)	27 (6,1)	<,001
US-P %G JP3 S	25,8 (6,5)	30,1 (5)	22 (5,3)	<,001
US-P %G JP7 S	26 (7,7)	32 (5,7)	20,7 (4,8)	<,001
US-P %G JP3	26,6 (7,7)	30,8 (5,8)	23,6 (7,7)	<,001
US-P %G JP7	27,4 (8,6)	33,8 (6,7)	21,8 (5,6)	<,001
Espessura de gordura subcutânea (mm)				
US-P Coxa	11,3 (4,1)	13,7 (4)	9,1 (2,9)	<,001
US-P Escápula	8,6 (2,3)	8,8 (2,5)	8,3 (2)	,045
US-P Peito	10,3 (4,1)	11,7 (4,5)	9,2 (3,2)	<,001
US-P Abdominal	23,8 (12,2)	26,1 (12,6)	21,8 (11,4)	,002
US-P Tríceps	10,5 (4,4)	14 (3,6)	7,5 (2,3)	<,001

US-P Suprailíaca	11,4 (4,9)	12,8 (5,3)	10,2 (4,1)	<,001
US-P: Axila	10,4 (4,2)	11 (4,9)	9,9 (3,6)	,019
Perímetros corporais (cm)				
Cintura	85,2 (11,4)	78 (9,8)	91,6 (8,6)	<,001
Braço	30,9 (4,3)	28,2 (3,5)	33,4 (3,4)	<,001
Coxa	54,7 (5,5)	53,8 (6,2)	55,5 (4,8)	,009
Panturrilha	38,3 (3,4)	37,2 (3,5)	39,3 (2,9)	<,001

Legenda: US-P: ultrassom portátil; DXA %G: percentual de gordura corporal do DXA; USP %G JP3 S: percentual de gordura corporal com o protocolo de 3 dobras de Jackson e Pollock calculado pelo Software Bodyview; USP %G JP7 S: percentual de gordura corporal com o protocolo de 7 dobras de Jackson e Pollock calculado pelo Software Bodyview; USP %G JP3: percentual de gordura corporal com o protocolo de 3 dobras de Jackson e Pollock calculado a partir das espessuras das sítios medidos pelo US-P; USP %G JP7: percentual de gordura corporal com o protocolo de 7 dobras de Jackson e Pollock calculado a partir das espessuras das sítios medidos pelo US-P.

A locação da amostra para GV (n=60) e GC (n=253) por sequência de números aleatórios por computador para a validação cruzada foi avaliada pelo Teste t de Student para amostras independentes. Foi verificado que não há diferença estatística entre os grupos ($P < 0,05$) para todas as variáveis mensuradas, tabela 2.

Tabela 2. Comparação das médias dos percentuais de gordura do grupo de construção e do grupo de validação.

	Grupo	N	Média (DP)	Teste t independente
Idade	Construção	253	37,3 (8)	,220
	Validação	60	35,9 (7,9)	
Massa (kg)	Construção	253	78,9 (16,7)	,449
	Validação	60	77,2 (14,2)	
Estatura (cm)	Construção	253	171 (8,6)	,984
	Validação	60	171 (9)	
IMC (kg/m ²)	Construção	253	26,8 (4,1)	,298
	Validação	60	26,2 (3,7)	
DXA % G	Construção	253	31 (7,7)	,381
	Validação	60	30 (7,8)	
US-P %G JP3 S	Construção	253	25,8 (6,5)	,886
	Validação	60	25,7 (7)	
US-P %G JP7 S	Construção	253	26,1 (7,6)	,487
	Validação	60	25,3 (8,2)	
US-P %G JP3	Construção	253	27,1 (7,7)	,356
	Validação	60	26,1 (7,9)	
US-P %G JP7	Construção	253	27,6 (8,5)	,456
	Validação	60	26,6 (9)	
Espessura de gordura subcutânea (mm)				
US-P Coxa	Construção	253	11,3 (4,2)	,713
	Validação	60	11,1 (3,7)	
US-P Escápula	Construção	253	8,7 (2,3)	,156
	Validação	60	8,2 (2,2)	

US-P Peito	Construção	253	10,4 (4)	,361
	Validação	60	9,9 (4,4)	
US-P Abdominal	Construção	253	24,4 (12,3)	,092
	Validação	60	21,4 (11,1)	
US-P Tríceps	Construção	253	10,6 (4,5)	,478
	Validação	60	10,1 (4,1)	
US-P Suprailíaca	Construção	253	11,4 (4,7)	,688
	Validação	60	11,6 (5,6)	
US-P Axila	Construção	253	10,5 (4,4)	,402
	Validação	60	10 (3,5)	
Perímetros corporais (cm)				
Cintura	Construção	253	85,4 (11,6)	,559
	Validação	60	84,4 (10,8)	
Braço	Construção	253	31 (4,4)	,504
	Validação	60	30,6 (3,8)	
Coxa	Construção	253	54,8 (5,7)	,381
	Validação	60	54,2 (4,6)	
Panturrilha	Construção	253	38,3 (3,5)	,870
	Validação	60	38,4 (2,8)	

Legenda: US-P: ultrassom portátil; DXA %G: percentual de gordura corporal do DXA; USP %G JP3 S: percentual de gordura corporal com o protocolo de 3 dobras de Jackson e Pollock calculado pelo Software Bodyview; USP %G JP7 S: percentual de gordura corporal com o protocolo de 7 dobras de Jackson e Pollock calculado pelo Software Bodyview; USP %G JP3: percentual de gordura corporal com o protocolo de 3 dobras de Jackson e Pollock calculado a partir das espessuras das sítios medidos pelo US-P; USP %G JP7: percentual de gordura corporal com o protocolo de 7 dobras de Jackson e Pollock calculado a partir das espessuras das sítios medidos pelo US-P.

Desenvolvimento das equações preditivas por blocos de análise

Os resultados por blocos de análise buscaram exaurir as possibilidades de predição do US-P para o %G mensurado pelo DXA. A Tabela 3, abaixo, apresenta os melhores resultados para cada Bloco.

Tabela 3. Equações com melhores resultados por bloco de análise.

	R	R ² Ajust	EPE	Equação	Bland-Altman Média dos Erros (IC95%)	P-valor
Bloco 1	0,891	0,792	3,524	DXA %G = 47,276 + 0,108 (US-P ∑DC JP7) – 0,224 (Estatura) + 0,085 (Idade)	0,005 6,871 - 6,861	P<0,001
Bloco 2	0,913	0,831	3,176	DXA %G = 24,748 + 0,743 (USP %G JP7) + 0,158 (Perímetro da cintura) - 0,162 (Estatura)	0,022 6,167 - 6,211	P<0,001

Legenda: DXA %G: percentual de gordura corporal do DXA; USP %G JP7 S: percentual de gordura corporal com o protocolo de 7 dobras de Jackson e Pollock calculado pelo Software Bodyview; US-P ∑DC JP7: somatório

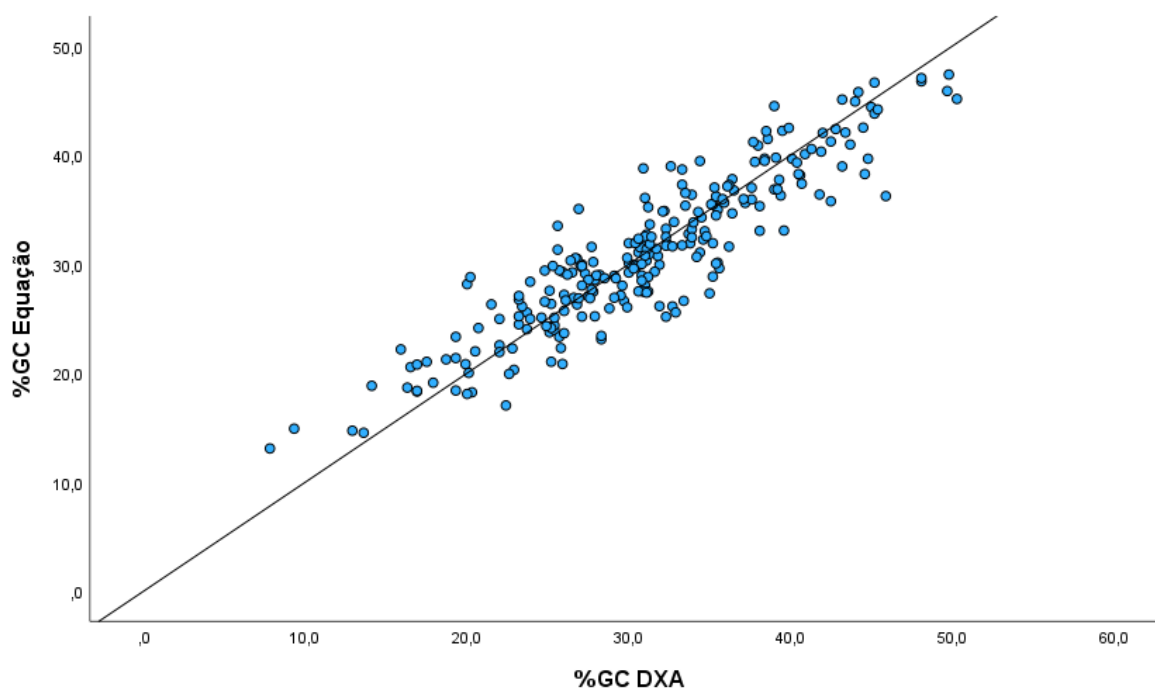
dos sítios do protocolo de 7 dobras de Jackson e Pollock mensurados pelo ultrassom portátil; **USP %G JP7**: percentual de gordura corporal com o protocolo de 7 dobras de Jackson e Pollock calculado a partir das espessuras das sítios medidos pelo US-P.

Da análise, o Bloco 2 foi o que apresentou os melhores resultados de predição. O modelo de predição para o %G mensurado pelo DXA foi constituído pelo %G de Jackson e Pollock (1978) de 7 sítios, o perímetro da cintura e a estatura. Foi encontrada uma correlação significativa ($P < 0,001$), positiva e muito forte ($r = 0,913$), para homens e mulheres.

O protocolo sugerido por Jackson e Pollock de 7 sítios, o perímetro da cintura e a estatura são previsores do %G mensurado pelo DXA, %G JP7 (Beta=0,820; $t = 27,183$; $P < 0,001$), o perímetro da cintura (Beta=0,237; $t = 7,207$; $P < 0,001$) e a estatura (Beta=-0,180; $t = -4,969$; $P < 0,001$), na equação: $\%G \text{ DXA} = 24,748 + 0,743 (\text{US-P } \%G \text{ JP7}) + 0,158 (\text{Perímetro da Cintura}) - 0,162 (\text{Estatura})$.

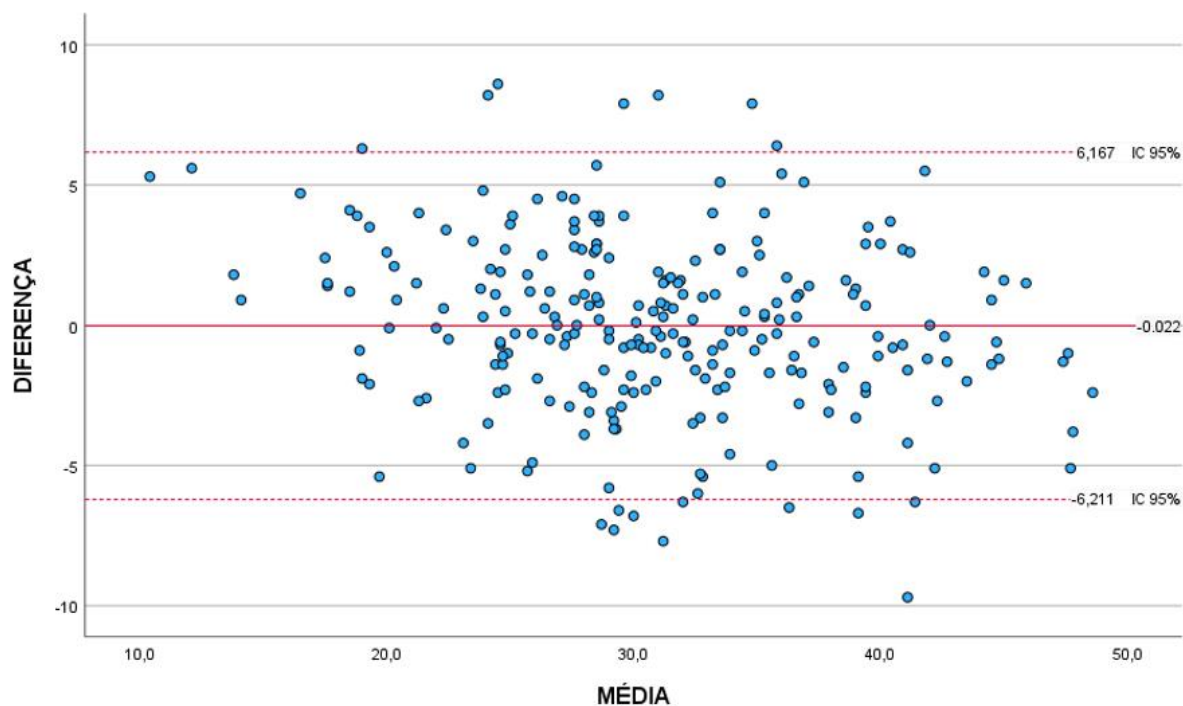
Os resultados do Teste de Bland-Altman apresentaram concordância entre os métodos, com erro médio de -0,002 pontos percentuais ($P = 0,912$) com limites de concordância inferior de -6,21 e superior de 6,17 pontos percentuais para o %G, **figura 1a e 1b**.

Figura 1a. Gráfico de dispersão para as variáveis da equação de predição selecionada e o DXA.



Legenda: **DXA %G:** percentual de gordura corporal do DXA; **%G Equação:** percentual de gordura corporal da equação de predição.

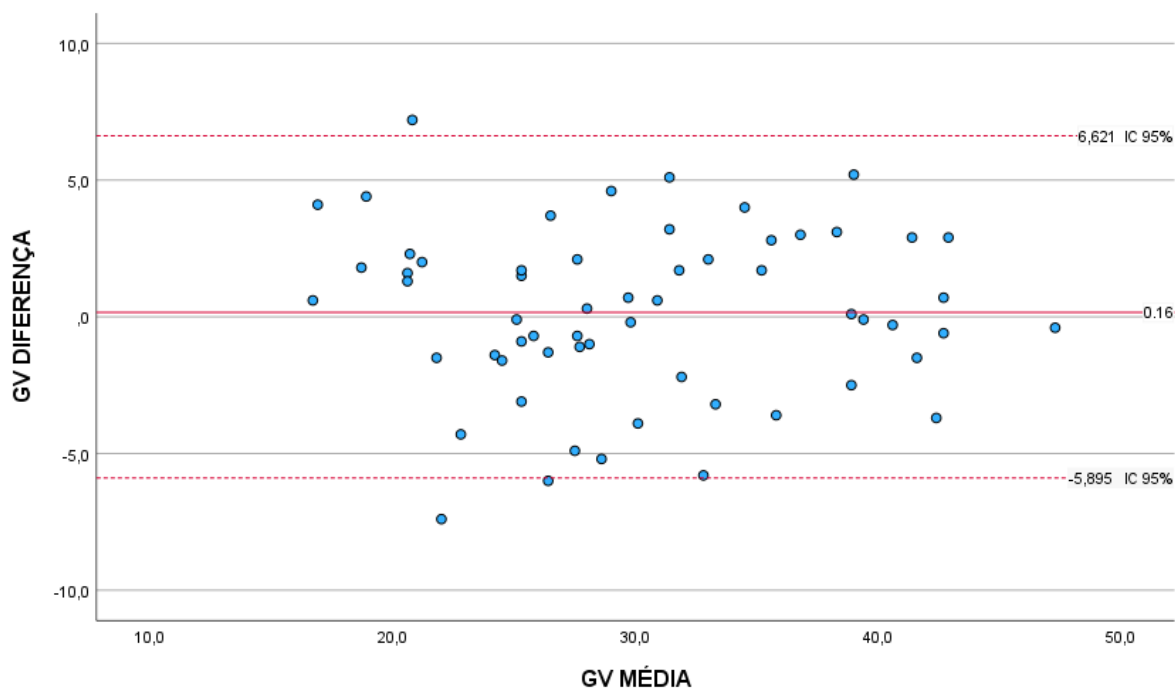
Figura 1b. Limites de concordância de Bland-Altman da diferença média entre o %G da equação de predição selecionada e da %G DXA.



A validação cruzada

Os resultados do procedimento de validação cruzada, por meio do teste de Bland-Altman para o GV encontraram resultados de erros médios e verdadeiros de 0,162 pontos percentuais do %G ($P=0,685$) e limites de concordância inferior e superior de $-5,89$ e $6,22$, respectivamente, conforme a **Figura 2**.

Figura 2. Diferença média do GV entre o %G da equação de predição selecionada e a %G DXA



Legenda: GV: Grupo de validação

DISCUSSÃO

O presente estudo buscou desenvolver e validar equações de predição para estimar o %G a partir de medidas antropométricas e de espessura da gordura subcutânea com o uso do US-P, tendo o DXA como padrão-ouro de comparação.

O tamanho da amostra superou em quantidade estudos semelhantes (Wagner; Cain; Clark, 2016; Ripka *et al.*, 2016; Bielemann *et al.*, 2016; Schoenfeld *et al.*, 2017; TOTOSY De Zepetnek *et al.*, 2021), o que possibilitou a formação do GV para o procedimento de validação cruzada. A estratificação da amostra em GC e GV por sequência de números aleatórios por computador, inédito em estudos anteriores, demonstrou a ausência de diferença estatística entre os grupos e a possibilidade de utilização dos resultados encontrados em amostras com as mesmas características.

As características da amostra do estudo, com %G aferido pelo DXA de $30,8 \pm 7,7$, também diferem de estudos que realizaram procedimento semelhante com o uso do US-P (Wagner; Cain; Clark, 2016; Totosy De Zepetnek *et al.*, 2021; Schoenfeld *et al.*, 2017; Ripka *et al.*, 2016 [em homens]; Loenneke *et al.*, 2014; Johnson *et al.*, 2012; Hendrickson *et al.*, 2019; Baranauskas *et al.*, 2015), que avaliaram atletas, estudantes universitários e pacientes renais crônicos. Amostras semelhantes a nossa foram conduzidos por Ripka *et al.*, (2016), com mulheres e Smith-Ryan *et al.*, (2014), com amostras de ambos os sexos.

Em relação a validade, Wagner, Cain e Clark (2016), verificaram uma correlação muito forte e significativa ($r = 0,92$) entre US-P e PDA em um estudo com atletas universitários. Ripka *et al.* (2016), para uma amostra masculina e Bieleman *et al.* (2016), para amostra feminina, encontraram resultados semelhantes, $r=0,92$ e $r=0,90$, respectivamente, corroborando os nossos resultados que encontraram um $r=0,913$. Outros estudos, como o de Johnson *et al.* (2012), Totosy de Zepetnek *et al.* (2021), com amostras de ambos os sexos, encontraram resultados para a validade superiores a 0,80. Estudos como o de Braranaukas *et al.* (2015), Johnson *et al.* (2014) e Bielemann *et al.* (2016), para amostras do sexo masculino e Ripka *et al.* (2016) e Schonenfield *et al.* (2017), ambos para amostras com mulheres, encontraram correlações fortes para o desfecho validade, variando de $r=0,75$ a $0,88$. O pior resultado foi encontrado no estudo de Johnson *et al.* (2014), para amostras do sexo feminino, apresentando correlação moderada de $r=0,65$.

O presente estudo buscou exaurir as possibilidades de uso do US-P, recorrendo ao procedimento de análise por Blocos. Tal análise, vide **Tabela 3**, encontrou no Bloco 2 os melhores resultados, passando de correlação forte ($r=0,891$, $p<0,001$, Bloco 1) para muito forte ($r=0,913$, $p<0,001$, Bloco 2), diminuindo o EPE, passando de 3,524 (Bloco 1) para 3,176 (Bloco 2) pontos percentuais do %G.

Nossos achados para o desfecho validade estão alinhados com estudos anteriores (Wagner; Cain; Clark, 2016; Ripka *et al.*, 2016; Bielemann *et al.*, 2016), a sua alta associação com o DXA, após aplicarem equações de regressão, apontam o US-P como uma ferramenta válida para mensurar o %G.

Quanto a confiabilidade entre os métodos, os valores do %G mensurados pelo DXA foram subestimados pelo US-P, como o estudo de Smith Ryan *et al.* (2014), que analisou adultos com sobrepeso e obesidade. Ao analisar seus resultados nas equações de regressão, Ripka *et al.*, (2016), Bielemann *et al.* (2016) e Totosy de Zepetnek (2021), apresentaram os melhores resultados do Teste de Bland-Altman, com erros médios próximos a zero, porém, todos os resultados apresentam alta variabilidade, com intervalos de confiança que chegaram a superar os 16 pontos percentuais do %G.

No desfecho confiabilidade a análise pelo Teste de Bland-Altman demonstrou que há concordância entre os instrumentos e ausência de viés sistemático ($P=0,912$), podendo superestimar em 0,022 pontos percentuais do %G os resultados mensurados pelo DXA. Destaca-se, a amplitude do intervalo de confiança para o desfecho mensurado, superiores a doze pontos percentuais ($-6,21 - 6,17$) do %G, o que deve ser visto com ressalvas. Estes resultados corroboram com os achados de Totosy de Zepetnek *et al.*, (2021), que encontram

uma diferença média de -0,32 (-7,87 e 7,22); Ripka *et al.*, (2016), 0 ± 3.57 (-7.0 – 7.0) e Bielemann *et al.*, (2016), 0.1 ± 3.37 (-6.5 – 6.7).

A validação cruzada, confirmou a confiabilidade dos resultados da equação de predição em uma amostra independente, indicando que a nova equação possui potencial para ser utilizada em situações reais para a avaliação do %G. Até o momento, não foram localizados estudos com que aplicaram este método de análise.

Entre os métodos duplamente indiretos, como o uso do compasso de dobras cutâneas e a bioimpedância, o US-P tem apresentado resultados positivos e emerge como uma solução aplicável na avaliação do %G (Ripka *et al.*, 2016; Bielemann *et al.*, 2016 e Totosy De Zepetnek *et al.*, 2021).

A mensuração do %G pelo compasso de dobras cutâneas está sujeita a variações significativas relacionadas ao avaliador, aos diferentes tipos de compassos e a fatores físicos limitadores do próprio equipamento, como a espessura da dobra cutânea. No estudo de Doran *et al.* (2014), que avaliou seis protocolos de mensuração do %G e os comparou com o DXA, identificou que o %G foi subestimado, uma correlação forte, superior a 0,7, e EPE entre 2,25 e 2,76 pontos percentuais do %G.

A bioimpedância é influenciada por aspectos como hidratação, temperatura ambiente, qualidade/calibração do equipamento e a necessidade de preparação do avaliado para a mensuração. Nos estudos de Svantesson *et al.* (2008), McLester *et al.* (2018) e Samouda e Langlet (2022), os resultados obtidos pelos métodos de bioimpedância subestimaram o previsto pelo DXA, com vieses, intervalo de confiança a 95% (IC95%) e desvio padrão dos erros, a partir do Teste de Bland-Altman de -4,6 (-2,9 e 12,1), -2.69 (-7,79 e 2,42) e $-9,92 \pm 6,3$ (homens) e $-9,36 \pm 5,59$ (mulheres), respectivamente.

O US-P, no entanto, é menos afetado por esses fatores e tem apresentado resultados promissores, além de possuir um baixo custo, portabilidade, podendo ser utilizado em campo, praticidade, por não exigir nenhum tipo de preparação e não requerer técnicos qualificados para seu manuseio, o que o torna uma alternativa potencialmente superior para avaliar a composição corporal, superando as limitações inerentes aos métodos duplamente indiretos semelhantes.

Destaca-se como pontos fortes do presente estudo, o tamanho da amostra, com adultos jovens de ambos os sexos e altos depósitos de gordura corporal; a dinâmica para a mensuração do teste índice e o padrão de referência, nesta ordem e com intervalo entre os testes inferior a 20 minutos; a possibilidade de exaurir as análises do US-P.

As limitações do estudo estão centradas na própria limitação dos equipamentos classificados como duplamente indiretos, como o US-P. Mesmo com uma amostra homogênea,

com coeficiente de variação inferior a 20% para o desfecho do DXA, o intervalo de confiança do teste de Bland-Altman apresentou uma variação de 12 pontos percentuais do %G. Nestes termos, seria aceitável um indivíduo com 30 por cento do %G aferido pelo DXA, apresentar um resultado com a equação de predição entre 24 e 36 por cento do %G, o que consideramos uma grande variação.

CONCLUSÃO

Nossos achados suportam a tese de que o US-P é válido e confiável para a mensuração do %G em adultos jovens de ambos os sexos, quanto suas medidas são empregadas a equação de predição desenvolvida no presente estudo. A praticidade e viabilidade logística superam outros instrumentos como o compasso de dobras cutâneas e a bioimpedância, se apresentando como uma alternativa prática, viável e de baixo custo até para a mensuração do %G em grandes grupos, como tropas militares, academias de ginástica e clínicas, para a avaliação e o acompanhamento da evolução da composição corporal.

REFERÊNCIAS

Abbie E.. Smith-Ryan, Sarah N. Fultz, Malia N. Melvin, Hailee L. Wingfield, Mary N. Woessner. 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, 3 nov. 2014.

BARANAUSKAS, M. N. *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, maio 2017.

BIELEMANN, R. M. *et al.* Estimation of body fat in adults using a portable A-mode ultrasound. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, v. 32, n. 4, p. 441–446, abr. 2016.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Comparing two methods of clinical measurement: a personal history. *International Journal of Epidemiology*, v. 24 Suppl 1, p. S7-14, 1995.

BLAND, J. Martin; ALTMAN, Douglas G. Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research*, v. 8, n. 2, p. 135-160, 1999.

CARVALHO, A. J. *et al.* Validade do ultrassom portátil na avaliação da composição corporal de militares. 2021.

CARVALHO, A. J.; BOMFIM, A. B. C. Confiabilidade Do Ultrassom Portátil Na Avaliação Da Composição Corporal De Militares. Disponível em:

<https://www.even3.com.br//anais/simposiocelafiscs/410863-confiabilidade-do-ultrassom-portatil-na-avaliacao-da-composicao-corporal-de-militares>. Acesso em: 24 dez. 2021.

DORAN, D. A.; MC GEEVER, S.; COLLINS, K. D.; QUINN, C.; MCELHONE, R.; SCOTT, M. The validity of commonly used adipose tissue body composition equations relative to dual energy X-ray absorptiometry (DXA) in gaelic games players. *International Journal of Sports Medicine*, v. 35, n. 2, p. 95-100, fev. 2014.

FORNETTI, W. C. *et al.* Reliability and validity of body composition measures in female athletes. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 87, n. 3, p. 1114-1122, 1999.

FRIEDL K. E. Body Composition and Military Performance—Many Things to Many People. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2012 Jul;26(Supplement 2):S87–100. Available from: <https://journals.lww.com/00124278-201207002-00012>

FURLAM, P. L. *et al.* Visceral adipose tissue in granulomatosis with polyangiitis: association with disease activity parameters. *Clinical Rheumatology*, 2021.

HENDRICKSON, N. *et al.* Reliability and Validity of A-Mode Ultrasound to Quantify Body Composition. *Journal of Orthopaedic Trauma*, v. 33, n. 9, p. 472–477, set. 2019.

HIRAKATA, V. N.; CAMEY, S. A. Análise de concordância entre métodos de bland-altman. *Revista HPCA*, n. 3, p. 261–268, 2009.

INTELAMETRIX. Technology | BodyMetrix. Disponível em: <https://www.intelamatrix.com/FullSite/Technology.html#second>. Acesso em: 1 ago. 2021.

INTELAMETRIX. BodyMetrix | by IntelaMetrix. 2020. Disponível em: <https://bodymetrix.com.br/>. Acesso em: 31 jul. 2021.

ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry). *International Standards for Anthropometric Assessment*. Underdale, SA, 2001.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

JOHNSON, K. E. *et al.* Agreement between ultrasound and dual-energy X-ray absorptiometry in assessing percentage body fat in college-aged adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, v. 34, n. 6, p. 493–496, nov. 2014.

J.R. WILLIAMS, The Declaration of Helsinki and public health, *Bull World Health Organ*. 86 (2008) 650–652. <https://doi.org/10.2471/BLT.08.050955>.

KELLY, B. S.; JOHNSON, G. O. Validity, and reliability of a hand-held ultrasound device for estimating adipose tissue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 26, n. 11, p. 3117-3125, 2012.

KRUEGER, E. *et al.* Avaliação da tecnologia do ultrassom portátil e sua correlação com o percentual de gordura obtido pelas dobras cutâneas em adultos jovens. *Revista de Atenção à Saúde* (ISSN 2359-4330), v. 13, n. 46, p. 78–83, 6 out. 2015.

KRUGER, H. S. *et al.* The relationship between female adiposity and physical attractiveness amongst adults in rural Ranaka village, Botswana. *South African Journal of Clinical Nutrition*, v. 33, n. 1, p. 17–22, 2020.

LOHMAN, T. G. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exerc Sport Sci Rev*, v. 14, p. 325-357, 1986.

MUKAKA, M. M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal: The Journal of Medical Association of Malawi*, v. 24, n. 3, p. 69–71, set. 2012.

NCD RISK FACTOR COLLABORATION. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet* (London, England), v. 390, n. 10113, p. 2627–2642, 16 dez. 2017.

NORTON, K.; OLDS, T. *ANTROPOMÉTRICA: um livro sobre medidas corporais para o esporte e cursos da aérea da saúde*. Porto Alegre: ArtMed, 2005.

MCLESTER, C. N.; NICKERSON, B. S.; KLISZCZEWICZ, B. M.; MCLESTER, J. R. Reliability and Agreement of Various InBody Body Composition Analyzers as Compared to Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Healthy Men and Women. *J Clin Densitom*, v. 23, n. 3, p. 443-450, jul./set. 2020. doi: 10.1016/j.jocd.2018.10.008.

RIPKA, W. L. *et al.* Composición Corporal Evaluada por Pliegues Cutáneos y Bioimpedancia en Varones Militares Brasileños. 2022. Disponível em: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista54/artcomposicion461.htm>. Acesso em: 6 fev. 2022.

RIPKA, W. L. *et al.* Portable A-Mode Ultrasound for Body Composition Assessment in Adolescents. *Journal of Ultrasound in Medicine: Official Journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*, v. 35, n. 4, p. 755–760, abr. 2016.

ROTHNEY, M. P. *et al.* Precision of GE Lunar iDXA for the measurement of total and regional body composition in nonobese adults. *Journal of Clinical Densitometry: The Official Journal of the International Society for Clinical Densitometry*, v. 15, n. 4, p. 399–404, dez. 2012.

SAMOUDA, H.; LANGLET, J. Body fat assessment in youth with overweight or obesity by an automated bioelectrical impedance analysis device, in comparison with the dual-energy x-ray absorptiometry: a cross sectional study. *BMC Endocr Disord*, [s.l.], v. 22, n. 1, p.195, 2 ago. 2022. DOI: 10.1186/s12902-022-01111-6.

SANT'ANNA, M. DE S. L.; PRIORE, S. E.; FRANCESCHINI, S. DO C. C. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. *Revista Paulista de Pediatria*, v. 27, n. 3, p. 315–321, 2009.

SCHOENFELD, B. J. *et al.* Comparison of amplitude-mode ultrasound versus air displacement plethysmography for assessing body composition changes following participation in a structured weight-loss programme in women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, v. 37, n. 6, p. 663–668, nov. 2017.

SIMÕES, B. L. B.; DE OLIVEIRA, C. R. A promoção de saúde e a prevenção de doenças em apoio à sustentabilidade financeira do sistema de saúde do Exército, considerando as vertentes operacional e assistencial. 2020. p. 14.

Siri, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition*. 1993 Sep-Oct;9(5):480-91; discussion 480, 492. PMID: 8286893.

SMITH-RYAN, A. E. *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, e91750, mar. 2014.

SVANTESSON, U.; ZANDER, M.; KLINGBERG, S.; SLINDE, F. Body composition in male elite athletes, comparison of bioelectrical impedance spectroscopy with dual energy X-ray absorptiometry. *J Negat Results Biomed*, [s.l.], v. 7, n. 1, p.1, 22 jan. 2008. DOI: 10.1186/1477-5751-7-1.

TOTOSY DE ZEPETNEK, J. O. *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, set. 2021.

WAGNER, D. R.; HEYWARD, V. H. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v. 71, n. 2, p. 125-130, 2000.

WAGNER, D. R.; CAIN, D. L.; CLARK, N. 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, D. R.; TERAMOTO, M. Interrater reliability of novice examiners using A-mode ultrasound and skinfolds to measure subcutaneous body fat. *PloS One*, v. 15, n. 12, p. e0244019, 2020.

WHITING, P. *et al.* Development and validation of methods for assessing the quality of diagnostic accuracy studies. *Health technology assessment (Winchester, England)*, v. 8, n. 1-3, p. 1–234, jul. 2004.

WHITING, P. F. *et al.* Evaluation of QUADAS, a tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *BMC Medical Research Methodology*, v. 6, n. 1, p. 9, 2

3. CONCLUSÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) demonstrou a validade e a confiabilidade do ultrassom portátil para mensurar a composição corporal, em especial o percentual de gordura. Dados que corroboram com estudos prévios, desta vez, com amostras envolvendo militares das três Forças e altos depósitos de gordura, estabelecendo um consenso científico crescente em torno do uso deste método.

As investigações realizadas apontam para a possibilidade do equipamento em grandes contingentes, dispensa treinamento específico e periódico dos avaliadores e avaliados que não necessitam de preparo prévio.

Com base no último estudo, incorporado neste TCC, podemos inferir que as equações preditivas desenvolvidas ao longo desta investigação, que combinam variáveis medidas pelo ultrassom portátil com variáveis antropométricas do perímetro da cintura e estatura, podem ser efetivamente utilizadas para a medição do percentual de gordura corporal.

O ultrassom portátil, com sua portabilidade, baixo custo e facilidade de uso, emerge como um recurso valioso para melhor medir a composição corporal e auxiliar no acompanhamento do estado de saúde dos militares, além de apresentar um potencial para aprimorar os critérios de seleção de novos militares, minimizando os erros do uso exclusivo do IMC. A utilização adicional deste instrumento é indicada particularmente quando se trata de membros das forças armadas que apresentam IMC superior a $29,9 \text{ kg/m}^2$.

Por fim, recomenda-se pesquisas futuras que avaliem a confiabilidade e aplicabilidade do equipamento nas inspeções de saúde regulares dos militares da FAB, introduzindo o US-P como uma medida alternativa quando o avaliado superar o IMC de $29,9 \text{ kg/m}^2$. Sugere-se, ainda, a realização de estudo de acurácia diagnóstica visando comparar o US-P com o IMC, tendo o DXA como padrão da referência.

REFERÊNCIAS

- Abbie E., Smith-Ryan, Sarah N. Fultz, Malia N. Melvin, Hailee L. Wingfield, Mary N. Woessner. *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, 3 nov. 2014.
- AHMED, I.; ISHTIAQ, S. Reliability and validity: Importance in Medical Research. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, v. 71, n. 10, p. 2401–2406, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.47391/JPMA.06-861>. Acesso em: 27 nov. 2022.
- ALEXANDRE, N. M. C. *et al.* A confiabilidade no desenvolvimento e avaliação de instrumentos de medida na área da saúde. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, v. 15, n. 3, p. 800–807, 30 set. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 5725-1:1998 - Precisão (repetitividade e reprodutibilidade) de resultados de medição - Parte 1: Termos e definições. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- BARANAUSKAS, M. N. *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, maio 2017.
- BAYGI, F. *et al.* Global prevalence of cardiometabolic risk factors in the military population: a systematic review and meta-analysis. *BMC Endocrine Disorders*, v. 20, n. 1, p. 8, 13 jan. 2020.
- BENITO, P. J. *et al.* Comparison between different methods for measuring body fat after a weight loss program. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 25, n. 6, p. 474–479, 2019.
- BIELEMANN, R. M. *et al.* Estimation of body fat in adults using a portable A-mode ultrasound. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, v. 32, n. 4, p. 441–446, abr. 2016.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Comparing two methods of clinical measurement: a personal history. *International Journal of Epidemiology*, v. 24 Suppl 1, p. S7-14, 1995.
- BLAND, J. Martin; ALTMAN, Douglas G. Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research*, v. 8, n. 2, p. 135-160, 1999.
- BOHNER, B. K. *et al.* Navy physical readiness test scores and body mass index (Spring 2002 cycle). *Military Medicine*, v. 170, n. 10, p. 851–854, out. 2005.
- BRADHAM, D. D. *et al.* Obesity-related hospitalization costs to the U.S. Navy, 1993 to 1998. *Military Medicine*, v. 166, n. 1, p. 1–10, jan. 2001.
- BRASIL. Vocabulário Internacional de Metodologia (VIM). Conceitos Fundamentais Gerais e Termos Associados. Rio de Janeiro: Inmetro, 2012.

BRASIL. Ministério de Defesa. Comando da Aeronáutica. Instruções Técnicas das Inspeções de Saúde na Aeronáutica. 2016. Disponível em: https://www.fab.mil.br/icas/ICA_160-6_REED_NOV_2016.pdf. Acesso em: 8 fev. 2022.

BRASIL. Tribunal Regional Federal da 3a Região TRF-3 - Processo: AMS 0019183-77.2014.4.03.6100 SP. Recorrente: Emilio Carlos Brasil Diaz. Recorrido: Comandante do Iv Comando Aereo Regional - Iv Comar. Relator: Desembargador Federal Marcelo Saraiva, 2 de agosto de 2017. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/processos/157565147/processo-n-0019183-7720144036100-do-trf-3>. Acesso em: 4 jun. 2022.

BRASIL. Tribunal Regional Federal da 4a Região TRF-4 - Processo: AC 5005281-18.2011.4.04.7112 RS 5005281-18.2011.4.04.7112. A Marinha do Brasil não pode desclassificar candidata por ser obesa e ter tatuagem. Relator: Rogerio Favreto. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2019-mai-25/marinha-nao-excluir-candidato-obeso-tatuagem>. Acesso em: 4 jun. 2022.

BRASIL. Ministério Da Saúde. Vigitel 2019 : vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2019. Brasília: [s.n.], 2019. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2019_vigilancia_fatores_risco.pdf. Acesso em: 14 abr. 2022.

BRASIL. Ministério de Defesa. Comando da Aeronáutica. Treinamento físico-profissional militar no Comando da Aeronáutica - NSCA 54-5. 2020a.

BRASIL. Ministério de Defesa. Comando do Exército. Concurso público para admissão e matrícula na Escola de Sargentos das Armas. 2020b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/edital-n-3/sca-de-23-de-marco-de-2021concurso-publico-para-admissao-e-matricula-311957103>. Acesso em: 6 mar. 2022.

BRASIL. Ministério de Defesa. Comando da Marinha. Concurso público de admissão às Escolas de Aprendizes-Marinheiros em 2021 - CPAEAM/2021. Disponível em: https://www.inscricao.marinha.mil.br/marinha/Edital_CPAEAM-2021_4.pdf?id_file=5913. Acesso em: dia mês ano. Acesso em: 6 mar. 2022.

BRASIL. Ministério de Defesa. Comando do Exército. Concurso de admissão à Escola Preparatória de Cadetes do Exército, 2021b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/edital-n-2/21-s-conc-adms-de-29-de-abril-de-2021-concurso-de-admissao-ca-a-escola-preparatoria-de-cadetes-do-exercito-317315936>. Acesso em: dia mês ano. Acesso em: 6 mar. 2022.

BRASIL. Ministério de Defesa. Comando da Aeronáutica. Aplicação do teste de avaliação do condicionamento físico para exames de admissão e de seleção do comando da Aeronáutica - NSCA 54-4. 2019. Disponível em: https://www.fab.mil.br/icas/NSCA_54_4_TACF.pdf. Acesso em: dia mês ano. Acesso em: 6 mar. 2022.

BRASIL Ministério de Defesa. Comando da Aeronáutica. Instruções específicas para o exame de admissão do Curso de Formação de Oficiais de Infantaria da Aeronáutica do ano de 2022 - IE/EA CFOINF 2022. 2021c. Disponível em: https://www.fab.mil.br/cabine/concursos/IE_EA_CFOINF_24032021.pdf. Acesso em: dia mês ano. Acesso em: 6 mar. 2022.

CARVALHO, A. J. *et al.* Validade do ultrassom portátil na avaliação da composição corporal de militares. Disponível em: <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/2821>. Acesso em 24 dez 2021.

CARVALHO, A. J.; BOMFIM, A. B. C. Confiabilidade Do Ultrassom Portátil Na Avaliação Da Composição Corporal De Militares. Disponível em: <https://www.even3.com.br//anais/simposiocelafiscs/410863-confiabilidade-do-ultrassom-portatil-na-avaliacao-da-composicao-corporal-de-militares>. Acesso em: 24 dez. 2021.

CAWLEY, J.; MACLEAN, J. C. Unfit for service: the implications of rising obesity for US military recruitment. *Health Economics*, v. 21, n. 11, p. 1348–1366, nov. 2012.

DALL, T. M. *et al.* Cost associated with being overweight and with obesity, high alcohol consumption, and tobacco use within the military health system's TRICARE prime-enrolled population. *American journal of health promotion: AJHP*, v. 22, n. 2, p. 120–139, dez. 2007.

FITZNER, K. Reliability and validity: a quick review. *Diabetes Educ.*, v. 33, n. 5, p. 775-776, 780, set./out. 2007. DOI: 10.1177/0145721707308172.

HENDRICKSON, N. *et al.* Reliability and Validity of A-Mode Ultrasound to Quantify Body Composition. *Journal of Orthopaedic Trauma*, v. 33, n. 9, p. 472–477, set. 2019.

Ultrasound Science Technology. Intelamatrix, BodyMetrix. 2020 Disponível em: <https://www.intelamatrix.com/FullSite/Technology.html#second>. Acesso em: 1 ago. 2021.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

JOHNSON, K. E. *et al.* Agreement between ultrasound and dual-energy X-ray absorptiometry in assessing percentage body fat in college-aged adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, v. 34, n. 6, p. 493–496, nov. 2014.

KANG, S. *et al.* Validity of the portable ultrasound bodymetrix™ Bx-2000 for measuring body fat percentage. *Sustainability (Switzerland)*, v. 12, n. 21, p. 1–9, 2020.

KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med.*, v. 15, n. 2, p. 155-163, jun. 2016. DOI: 10.1016/j.jcm.2016.02.012.

KASPER, A. M. *et al.* Come Back Skinfolts, 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, 25 mar. 2021.

KELLY, B. S.; JOHNSON, G. O. Validity and reliability of a hand-held ultrasound device for estimating adipose tissue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 26, n. 11, p. 3117-3125, 2012.

KENDLER, D. L. *et al.* The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Indications of Use and Reporting of DXA for Body Composition. *Journal of Clinical Densitometry: The Official Journal of the International Society for Clinical Densitometry*, v. 16, n. 4, p. 496–507, dez. 2013.

LACLAUSTRA-GIMENO, M. *et al.* Evolución de los factores de riesgo cardiovascular en jóvenes varones tras 15 años de seguimiento en el estudio Academia General Militar de Zaragoza (AGEMZA). *Revista Española de Cardiología*, v. 59, n. 7, p. 671–678, 1 jul. 2006.

LEITE, Maria. Métodos de Avaliação da Composição Corporal. 10º Congresso Argentino y 5º Latinoamericano de Educación Física y Ciencias 2004. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/54643/5/103136_04-57T_TL_01_P.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022.

LOENNEKE, J. P. *et al.* Validity of a portable computer-based ultrasound system for estimating adipose tissue in female gymnasts. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, v. 34, n. 5, p. 410–412, set. 2014.

MORABIA, A. *et al.* Relation of BMI to a dual-energy X-ray absorptiometry measure of fatness. *The British Journal of Nutrition*, v. 82, n. 1, p. 49–55, jul. 1999.

NESTO, R. W. Obesity: a major component of the metabolic syndrome. *Texas Heart Institute Journal*, v. 32, n. 3, p. 387–389, 2005.

NEVES, E. B. *et al.* Comparison of the fat percentage obtained by bioimpedance, ultrasound and skinfolts in young adults. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 19, p. 323–327, out. 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Obesity situation and trends worldwide. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/topics/obesity/pt/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Obesity situation and trends worldwide. 2021. Disponível em: https://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/obesity_text/em/. Acesso em: 29 mar. 2023.

PATINO, C. M.; FERREIRA, J. C. Validade interna e externa: você pode aplicar resultados de pesquisa para seus pacientes? *J Bras Pneumol*. 2018. p. 1. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/fjcLdt8NpHccPqmqyRV3rg/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 10 fev. 2023.

PEIXOTO, G. C. X. *et al.* Bases Físicas Da Formação da Imagem Ultrassonográfica. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 4, n. 1, p. 15–24, 17 abr. 2010.

RIPKA, W. L. *et al.* Composición Corporal Evaluada por Pliegues Cutáneos y Bioimpedancia en Varones Militares Brasileños. 2022. Disponível em: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista54/artcomposicion461.htm>. Acesso em: 6 fev. 2022.

RIPKA, W. L. *et al.* Portable A-Mode Ultrasound for Body Composition Assessment in Adolescents. *Journal of Ultrasound in Medicine: Official Journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*, v. 35, n. 4, p. 755–760, abr. 2016.

RITCHIE, H.; ROSER, M. Obesity. *Our World in Data*, 2017. Disponível em: <https://unseeneffectsofnafta.voices.wooster.edu/documents/document-4>. Acesso em: 29 mar. 2023.

SCHOENFELD, B. J. *et al.* Comparison of amplitude-mode ultrasound versus air displacement plethysmography for assessing body composition changes following participation in a structured weight-loss programme in women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, v. 37, n. 6, p. 663–668, nov. 2017.

SIMÕES, B. L. B.; DE OLIVEIRA, C. R. A promoção de saúde e a prevenção de doenças em apoio à sustentabilidade financeira do sistema de saúde do Exército, considerando as vertentes operacional e assistencial. 2020. p. 14.

SMITH-RYAN, A. E. *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, e91750, mar. 2014.

TERWEE, C. B. *et al.* Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 60, n. 1, p. 34–42, jan. 2007.

TOTOSY DE ZEPETNEK, J. O. *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, set. 2021.

WAGNER, D. R.; CAIN, D. L.; CLARK, N. 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, D. R.; TERAMOTO, M. Interrater reliability of novice examiners using A-mode ultrasound and skinfolds to measure subcutaneous body fat. *PloS One*, v. 15, n. 12, p. e0244019, 2020.

WANG, J. *et al.* Asians have lower body mass index (BMI) but higher percent body fat than do whites: comparisons of anthropometric measurements. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 60, n. 1, p. 23–28, jul. 1994.

WEIR, C. B.; JAN, A. BMI Classification Percentile And Cut Off Points. Em: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541070/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr(a). está sendo convidado para participar, como voluntário, da pesquisa: “TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA, TECIDO ADIPOSEO MARROM E SÍNDROME METABÓLICA EM ADULTOS FÍSICAMENTE ATIVOS”. Neste estudo pretendemos investigar a associação entre o tecido adiposo marrom (TAM), estimado por Termografia infravermelha (TIV), e os fatores de risco de Síndrome Metabólica (SM) em militares. Espera-se ao final desse estudo que novas estratégias de controle e prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) possam ser implementadas no âmbito da Força Terrestre, melhorando assim a saúde, a qualidade de vida e aumentar a operacionalidade verde-oliva.

O Sr (a). foi selecionado por estar no universo de avaliação **e tem todo tempo necessário para tomar sua decisão de participar ou não**. A qualquer momento, o Sr (a). poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará qualquer prejuízo.

Sua avaliação será executada em apenas um dia no período da manhã e seguirá a seguinte sequência: **1) Coleta de Sague para análise de triglicérides, glicose e Lipoproteína de baixa densidade (HDL) e coleta de urina para análise do nível de hidratação; 2) Verificação da Pressão arterial; 3) Medidas antropométrica; 4) Avaliação de composição corporal no aparelho de absorciometria de dupla emissão de raio-X (DXA) e ultrassom (BodyMetrix); e 5) Avaliação da temperatura da pele por Termografia infravermelha.**

Os riscos associados às avaliações podem incluir dor mínima no local e hematoma gerado pela agulha na coleta sanguínea. Na avaliação de composição corporal (DXA) o Sr(a). será exposto temporariamente (de 7 a 15 minutos) ao raio-X. Porém, conforme informações do próprio fabricante tal radiação é muito baixa e não afeta a saúde dos pacientes. Na verificação da pressão arterial, medidas antropométricas e termografia infravermelha existirá um risco mínimo relacionado a qualquer mal-estar que venha a surgir decorrente de sua rotina alimentar, mudança de posição corporal, além daqueles presentes no seu dia a dia, porém no caso de ocorrer algum tipo de desconforto durante o estudo, será realizado um imediato atendimento, sem nenhum tipo de ônus material ou pessoal aos envolvidos na pesquisa.

Até que a situação de emergência sanitária relacionada ao Sars-CoV-2 permaneça algumas medidas extras serão tomadas. Todos os pesquisadores e demais envolvidos na pesquisa irão utilizar máscaras faciais e “face Shields”, além de toucas, aventais e luvas descartáveis. Após cada avaliação os equipamentos serão higienizados com álcool 70% e será realizada a sanitização do ambiente. Ainda, o material descartável será recolhido e jogado em sacos para lixo hospitalar infectante.

Os participantes ao final das avaliações receberão *feed-back* dos pesquisadores no que tange aos resultados dos indicadores de saúde pesquisados como resultados da coleta sanguínea, análise da pressão arterial, relatório de composição corporal do DXA e Bioimpedância, diagnóstico da SM e ainda sobre a ativação do tecido adiposo marrom.

Para participar deste estudo o Sr.(a) não terá custo algum, nem receberá qualquer vantagem financeira. Porém terá o direito a ressarcimento de despesas que poderão ocorrer para viabilizar sua participação na pesquisa. Terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Os dados científicos e as informações médicas resultantes do presente estudo poderão ser apresentados em

congressos e publicadas em revistas científicas sem a identificação dos participantes. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Caso seja constatado que a pesquisa causou algum dano(s), o Sr(a). terá o direito a receber indenização pelos(s) dano(s). O Sr (a). não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar do presente estudo. O Sr(a). terá acesso ao pesquisador responsável pela pesquisa a qualquer momento em que desejar.

Caso o Sr(a). concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável.

Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde o Sr(a). poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

Contatos do pesquisador responsável: Samir Ezequiel da Rosa – TC, Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército, Av. João Luiz Alves, S/N – Urca – Rio de Janeiro, RJ, e-mail: samirdarosa@hotmail.com; telefone: 21 2586-2279.

Comitê de Ética em Pesquisa – CEP: Escola de Educação Física do Exército, Av. João Luiz Alves, S/N – Urca – Rio de Janeiro. cep@ccfex.eb.mil.br); telefone: (21) 2586- 2297; horário de funcionamento: segunda a quinta-feira, de 10 às 15h

O participante poderá recorrer a COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA – CONEP. SEPN 510 NORTE, BLOCO A, 3º Andar. Edifício Ex-INAN - Unidade II - Ministério da Saúde. CEP: 70750-521 - Brasília-DF e pelo telefone+55(61) 3315-5878/3315-5879 sobre questões éticas sempre que desejar.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos.

Eu, _____, portador do documento de Identidade fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA, TECIDO ADIPOSEO MARROM E SÍNDROME METABÓLICA EM ADULTOS FÍSICAMENTE ATIVOS”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Eu, _____, identidade _____ residindo _____,

declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

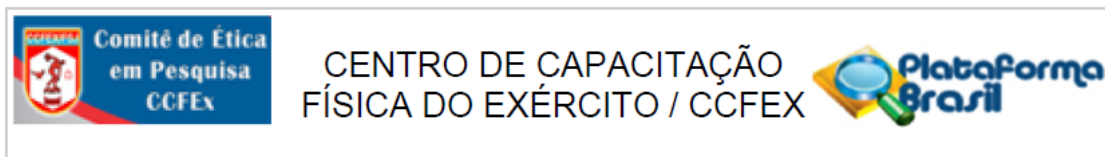
Rio de Janeiro, ___ de _____ de _____.

Assinatura do participante

Assinatura da testemunha

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário para participação neste estudo.

Samir Ezequiel da Rosa -TC
Pesquisador responsável

ANEXO B**APROVAÇÃO DO PROJETO NO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA, TECIDO ADIPOSEO MARROM E SÍNDROME METABÓLICA EM ADULTOS FÍSICAMENTE ATIVOS.

Pesquisador: SAMIR EZEQUIEL DA ROSA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 54345521.3.0000.9433

Instituição Proponente: Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército

Patrocinador Principal: CENTRO DE CAPACITACAO FISICA DO EXÉRCITO E

FORTALEZA DE SAO JOAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.170.504

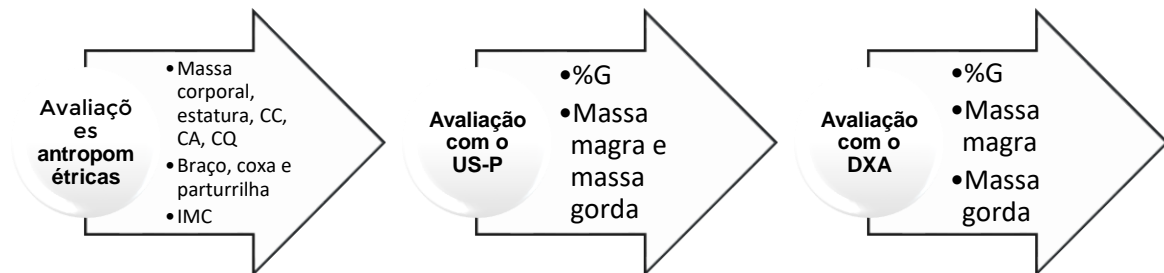
ANEXO C

DINÂMICA DAS AÇÕES PARA A COLETA DOS DADOS

Todas as medidas serão realizadas no laboratório do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx). Os voluntários estarão em posição ortostática, descalços e usando somente trajes de banho. Serão medidos a massa corporal, estatura, circunferência da cintura (CC), abdômen, quadril, braço, coxa e panturrilha. Em seguida serão avaliados o %G pelo protocolo do US-P. Na sequência, por meio do DXA, será medida o %G. Esta ordem foi determinada para obter uma melhor qualidade metodológica a partir das orientações do *Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies* (QUADAS-2), proposto por Whiting *et al.*, (2004, 2006).

O tempo do intervalo entre as avaliações antropométricas, US-P e DXA será de cinco minutos.

Figura 1 - Fluxograma das avaliações da coleta de dados.



ANEXO D**MENSAGEM DE APROVAÇÃO DO RESUMO APRESENTADO NO CELAFISCS**

25/09/2021 07:19

https://www.even3.com.br/participante/impressao/_impressaocartadeaceite?code=410863

O trabalho intitulado **CONFIABILIDADE DO ULTRASSOM PORTÁTIL NA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MILITARES**, de autoria de **ANDRE JUSTINO DE CARVALHO** , **Samir Ezequiel da Rosa** , **Miriam Mainenti** , **Gelson Luiz Pierre Junior** , **André Luiz Campos Martins dos Santos** e **Alexander Barreiros Cardoso Bomfim** foi aprovado na modalidade Resumo, para apresentação no evento 44º Simpósio Internacional de Ciências do Esporte e 4º Simpósio Internacional de Atividade Física e Comportamento Sedentário a ser realizado 16/09/2021.

--BRASIL

{assinatura.comissao}

Prof. Rafael Mancini - - celafiscs.secretaria@gmail.com

Data do Aceite:16/09/2021

https://www.even3.com.br/participante/impressao/_impressaocartadeaceite?code=410863

ANEXO E**MENSAGEM DE APROVAÇÃO DO RESUMO APRESENTADO NO
SIAFIS**

Rev Ed Física / J Phys Ed (2021) 90, 4, Suplemento Especial, S-1 – S-43

S-1

**Anais do XIX Simpósio Internacional de Atividade Física
(SIAFIS) e IX Fórum Científico da
Escola de Educação Física do Exército (EseFEx)**

11 e 12 de novembro de 2021

**Validade do ultrassom portátil na
avaliação da composição corporal de
militares.**

André Justino de Carvalho (1,2)*; Danielli Braga de Mello (2); Angela Nogueira Neves (2); André Luiz Campos Martins dos Santos (1,4); Samir Ezequiel da Rosa (3); Gelson Luiz Pierre Junior (3); Alexander Barreiros Cardoso Bomfim (1)

(1) Programa de Pós-graduação em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro/RJ, Brasil; (2) Escola de Educação Física do Exército, Rio de Janeiro/RJ, Brasil; (3) Instituto de Pesquisa e Capacitação Física do Exército, Rio de Janeiro/RJ, Brasil e (4) Colégio Militar do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, Brasil

Rev Ed Física / J Phys Ed – Anais do XIX Simpósio Internacional de Atividade Física (SIAFIS)
e IX Fórum Científico S-43