

## Explorando a utilização da ultrassonografia modo A portátil para a avaliação da composição corporal: Uma revisão narrativa

Exploring the use of portable mode A ultrasound for body composition assessment: A narrative review

Explorando el uso de la ultrasonografía modo A portátil para la evaluación de la composición corporal: Una revisión narrativa

Recebido: 18/01/2024 | Revisado: 25/01/2024 | Aceitado: 26/01/2024 | Publicado: 30/01/2024

### **Gabriela Benatti de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0327-6646>  
Universidade Estadual de Campinas, Brasil  
E-mail: g235166@dac.unicamp.br

### **Lara Vilar Fernandes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3431-4393>  
Universidade Estadual de Campinas, Brasil  
E-mail: l235619@dac.unicamp.br

### **Ana Carolina Junqueira Vasques**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9222-1107>  
Universidade Estadual de Campinas, Brasil  
E-mail: anacarolinavasques@yahoo.com.br

### **Ligiana Pires Corona**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5298-7714>  
Universidade Estadual de Campinas, Brasil  
E-mail: ligiana.corona@fca.unicamp.br

### **Resumo**

A avaliação da composição corporal desempenha um papel crucial no processo de cuidado nutricional e em saúde e conta com diversas técnicas. O uso da ultrassonografia (US) modo A, particularmente com o equipamento BodyMetrix BX-2000, tornou-se notório nos últimos anos por sua acessibilidade e portabilidade. Entretanto, ainda são poucos os estudos que descrevem adequadamente seu uso. Sendo assim, este estudo busca revisar a literatura disponível sobre a validação o US portátil modo A em diferentes contextos e populações. Comparando o US portátil modo A com outros métodos de avaliação da composição corporal, foram observadas na literatura variações na precisão, especialmente entre homens e mulheres. Embora o equipamento pareça válido para estimar o percentual de gordura corporal, sua acurácia varia em relação aos métodos de referência, e a necessidade de padronização é destacada devido a diferentes técnicas e locais de medição. Conclui-se então que é importante a realização de mais pesquisas para padronização nos procedimentos de medição, incluindo equações específicas para estimar composição corporal com os dados obtidos.

**Palavras-chave:** Avaliação nutricional; Tecido adiposo; Tecido muscular; Composição corporal; Ultrassonografia.

### **Abstract**

The evaluation of body composition plays a crucial role in nutrition and is divided into direct, indirect, and doubly indirect techniques. The use of ultrasound (US) mode A, particularly with the BodyMetrix BX-2000 equipment, has become notable for its accessibility. However, there are still few studies that adequately describe its use. Therefore, this study aims to review the available literature on the validation of portable US mode A in different contexts and populations. When compared to other methods, the review reveals variations in accuracy, especially between men and women. Although the equipment appears to be valid for estimating body fat percentage, its accuracy varies in relation to reference methods, and the need for standardization is emphasized due to different measurement techniques and locations. In summary, the importance of further research for standardization in measurement procedures, including specific equations to estimate body composition with the obtained data, is emphasized.

**Keywords:** Nutritional assessment; Adipose tissue; Muscular tissue; Body composition; Ultrasound.

### **Resumen**

La evaluación de la composición corporal desempeña un papel crucial en la nutrición y se divide en técnicas directas, indirectas y doblemente indirectas. El uso de la ultrasonografía (US) modo A, particularmente con el equipo

BodyMetrix BX-2000, se ha vuelto notable por su accesibilidad. Sin embargo, todavía existen pocos estudios que describan adecuadamente su uso. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo revisar la literatura disponible sobre la validación del US portátil modo A en diferentes contextos y poblaciones. Al compararlo con otros métodos, la revisión revela variaciones en la precisión, especialmente entre hombres y mujeres. Aunque el equipo parece ser válido para estimar el porcentaje de grasa corporal, su precisión varía en relación a los métodos de referencia, y se destaca la necesidad de estandarización debido a diferentes técnicas de medición y ubicaciones. En resumen, se enfatiza la importancia de investigaciones adicionales para la estandarización de los procedimientos de medición, incluyendo ecuaciones específicas para estimar la composición corporal con los datos obtenidos.

**Palabras clave:** Evaluación nutricional; Tejido adiposo; Tejido muscular; Composición corporal; Ultrasonido.

## 1. Introdução

A avaliação da composição corporal desempenha um papel central no diagnóstico nutricional e na tomada de decisões relacionadas à intervenção em saúde – não somente intervenção alimentar, mas também prescrição de exercícios, medicamentos, intervenções médico-cirúrgicas, entre outras. Esse processo desempenha um papel fundamental na identificação de riscos à saúde, que podem estar associados tanto a níveis excessivamente elevados de gordura corporal quanto a quantidades insuficientes de massa muscular ou massa óssea. Além disso, é essencial no acompanhamento das mudanças na composição corporal decorrentes de condições clínicas específicas e do processo de envelhecimento, o que, por sua vez, contribui para a avaliação da eficácia de intervenções propostas (Ribeiro et al., 2022).

A análise da composição corporal em seres humanos pode ser realizada sob diversas perspectivas, abrangendo desde níveis atômicos e moleculares até perspectivas tissulares-sistêmicas e do corpo como um todo. A escolha dos compartimentos corporais a serem analisados é influenciada por fatores como a disponibilidade de equipamentos e o contexto clínico (Carolina et al., 2022).

Existem três categorias distintas de técnicas para analisar a composição corporal: diretas, indiretas e duplamente indiretas. No início do século XX, a análise direta da composição corporal envolvia a dissecação de cadáveres, um método preciso, porém com aplicação clínica limitada. Por outro lado, a avaliação indireta da composição corporal abrange métodos como pesagem hidrostática (HW), pletismografia (PLTS), absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA), ultrassonografia, tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM) e outros. A pesagem hidrostática era amplamente utilizada para validar as técnicas duplamente indiretas, que incluem a medição de dobras cutâneas (DC), impedância bioelétrica (BIA) e circunferências (Ribeiro et al., 2022).

Neste contexto, o US emerge como uma técnica de destaque nos cenários clínicos, impulsionado pela disponibilidade de dispositivos compactos que oferecem maior acessibilidade e praticidade (Prado et al., 2023). Existem dois principais tipos de US que podem ser utilizados na avaliação da composição corporal: o modo A, que emprega um feixe de US estreito para detectar discontinuidades no tecido e gera um pico em um gráfico, e o modo B, ou modulação de brilho, que utiliza uma matriz linear para criar uma imagem bidimensional combinando sinais do modo A de diversas direções (Ribeiro et al., 2022). A evolução contínua de protocolos ressalta a importância de estabelecer os pontos de medição e desenvolver equações preditivas para a avaliação da composição corporal através do equipamento de US.

No mês de julho de 2023, o Conselho Federal de Nutricionistas (CFN) emitiu a nota técnica número 83/2023 referente à utilização da ultrassonografia na avaliação da composição corporal por parte dos nutricionistas. No documento, divulgado na página da internet e redes sociais do órgão, constava que somente um tipo de equipamento portátil modo A é validado para aplicação em avaliação da composição corporal, e também que o profissional de nutrição não deve utilizar os equipamentos de modo B para este propósito. O material foi retirado do ar após alguns dias da divulgação, após receber diversas críticas de estudiosos e profissionais acerca do possível conflito de interesse que poderia ser estabelecido pelo fato do documento indicar uma única marca comercial como indicação.

Portanto, é de extrema importância discutir de maneira mais aprofundada sobre a aplicabilidade do US para que os profissionais de saúde o utilizem adequadamente. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo revisar a literatura científica disponível e discutir sobre o uso do US portátil modo A, BodyMetrix – IntelaMetrix® Inc (BX-2000), para avaliação da composição corporal em diferentes contextos clínicos e em diferentes populações.

## 2. Metodologia

Trata-se de uma revisão narrativa com a realização de busca e seleção de artigos no mês de outubro de 2023 por uma única autora, nas bases de dados Web of Science, Public Medicine Library (Pubmed), Google Acadêmico, e página da internet do fabricante do equipamento de US. Os termos selecionados foram combinados entre si através do uso de operadores booleanos (“and” ou “or”) para restringir a pesquisa ao objetivo desse estudo, sendo utilizada a seguinte estratégia de busca: [“ultrasound” or “A-mode” or “BodyMetrix” and “Body Composition” or “Muscle” or “Fat”] e [“Ultrassom” or “Modo A” or “Ultrassonografia” or “BodyMetrix” e “Composição Corporal”].

A seleção incluiu artigos originais publicados no idioma inglês e português. Os estudos selecionados avaliaram a composição corporal utilizando o equipamento de US portátil modo A Body Metrix BX 2000 (IntelametriX®, CA, USA). Essa revisão seguiu o delineamento proposto pela escala SANRA (Escala para a Avaliação de Artigos de Revisão Narrativa) (Baethge et al., 2019).

Ao definir revisão narrativa, alguns autores categorizam que o objetivo desses artigos é descrever de maneira abrangente o desenvolvimento de um tema específico e as metodologias utilizadas por pesquisadores nesse estudo (BOTELHO et al., 2011; Rother, 2007). Segundo Botelho et al. (2011), a revisão narrativa é empregada para apresentar o estado da arte de um assunto específico, seja do ponto de vista teórico ou contextual, possibilitando que os leitores obtenham uma atualização rápida dos conhecimentos específicos em um curto período de tempo. No entanto, apesar de fornecer uma rápida atualização do conhecimento sobre um tema, a revisão narrativa não permite a reprodução dos dados e não gera informações quantitativas sobre a produção analisada (Canuto & Oliveira, 2020).

## 3. Resultados e Discussão

Nesta revisão, foram encontrados 17 artigos que descreveram o uso do US portátil modo A BodyMetrix BX-2000 e a análise de composição corporal em populações diversas. A partir dos artigos selecionados foi elaborado o quadro 1 disposto a seguir com uma análise e síntese dos principais pontos de cada estudo com relação a utilização da US portátil modo A na análise de composição corporal. A descrição abrangente dos resultados e discussões engloba a validação do US, comparações com outros métodos, técnicas utilizadas, locais de medidas, reprodutibilidade e confiabilidade. É importante ressaltar que todos os estudos encontrados foram conduzidos em populações adultas, abrangendo ambos os sexos e diversos contextos de vida, como saudáveis, militares e atletas (Quadro 1).

**Quadro 1** - Estudos selecionados utilizando da ultrassonografia portátil modo A para avaliação da composição corporal.

Estudo	Objetivo	Amostra	Local	Correlação obtida como US	Confiabilidade do método	Conclusão dos autores
1.(Utter & Hager, 2008)	Avaliar a precisão do US na avaliação de massa livre de gordura em comparação com HW e as DC.	70 lutadores do ensino médio do sexo masculino, com idades entre 15,5 ± 1,5 anos, em estado hidratado.	Estados Unidos	O US demonstrou estimar a massa livre de gordura dentro de uma faixa aceitável quando comparada ao HW, não apresentando diferenças significativas na média prevista entre ambos.	Não foram realizadas medidas de análise de confiabilidade neste estudo.	O US fornece estimativas semelhantes de MLG quando comparado a HW nessa população, sendo que deve ser considerado como um método alternativo para estimativas em ambiente de campo.
2.(Neves et al., 2013)	Comparar a estimativa de %GC obtido pelo US, pela BIA e pelas DC.	195 militares do sexo masculino, com idades entre 23,1 ± 7,5 anos.	Brasil	Correlações significativas entre o US e as DC em vários pontos, em especial na prega da coxa ( $\rho = 0,715$ ), e peitoral ( $\rho = 0,700$ ). Ao comparar os três métodos, o US apresentou maior correlação com a BIA do que com as DC.	Não foram realizadas medidas de análise de confiabilidade neste estudo	O US tendeu a superestimar o %GC em comparação as DC, e sua correlação com a BIA apresentou divergência com IMC. Proposta nova equação para estimativa do %GC.
3.(Smith-Ryan et al., 2014)	A %GC, massa de gordura e massa livre de gordura foram medidas usando o US e o critério Siri 3C, que inclui a ADP por meio do BodPod e a BIS.	45 indivíduos, sendo 20 homens e 27 mulheres, com sobrepeso e obesidade, com idade entre 37,6 ± 11,6 anos.	Estados Unidos	Todas as medidas de composição corporal obtidas por meio do US apresentaram diferenças significativas em relação ao modelo Siri 3C, inclusive quando os indivíduos foram divididos em categorias de sobrepeso e obesidade. No entanto, a maioria dos valores estava dentro dos limites de concordância entre os dois métodos.	US mostrou confiabilidade aceitável para %GC, MG e MLG (ICC: 0,84-0,98), os resultados mostraram que %GC e MG medidas pelo US foram significativamente mais baixos comparado ao modelo 3C e a MLG foi superestimada pelo US.	Apesar de subestimar a %GC e a MG, o US mostrou confiabilidade e produziu resultados com erros mínimos em relação ao critério, sugerindo sua eficácia para monitorar mudanças em contextos de perda de peso ou clínicos, embora não tenha sido totalmente válido para essa população.
4.(Krueger et al., 2015)	Comparar a estimativa de %GC obtido pelo US e pelas DC.	120 militares do sexo masculino com idades entre 18,7 ± 0,6 anos, divididos de acordo com o valor de IMC	Brasil	Obteve-se correlações significativas em todos os pontos avaliados. Mas os valores obtidos pelo US foram menores comparando ao das DC em todos os pontos, exceto no bíceps braquial.	Não foram realizadas medidas de análise de confiabilidade neste estudo.	Recomenda-se que novos estudos comparem o US e o DXA, para efetivamente verificar alguma correlação.
5.(Baranauskas et al., 2015)	Comparar a concordância entre as avaliações da composição corporal utilizando os métodos de DC 7 pontos de Jackson-Pollock, 3 pontos de Jackson-Pollock e 3 pontos de Pollock para estimar o %GC utilizando o US, comparar os três métodos com o DXA.	76 jovens universitários, com idades entre 22,1 ± 2,5 anos.	Estados Unidos	Diferenças significativas entre Jackson-Pollock e 3 pontos de Pollock não foram observadas, no entanto diferenças significativas foram encontradas em todos os pares entre o US e o DXA.	Não foram realizadas medidas de análise de confiabilidade neste estudo.	As estimativas de tecido adiposo pelo US não corresponderam às obtidas pelo DXA. Recomenda-se futuros estudos utilizando o US e o DXA com uma amostra mais diversificada, incluindo outras faixas etárias e etnias.
6.(Wagner et al., 2016)	Estimou a %GC através do US comparando-o com medidas de DC e o BOD POD.	45 indivíduos atletas da Divisão I da National Collegiate Athletic Association (NCAA), sendo 22 homens e 23 mulheres.	Estados Unidos	As estimativas de %GC pelo US para cada técnico foram semelhantes comparadas as estimativas por meio da DC e do BOD POD.	Observou-se diferenças significativas entre os métodos, com um efeito específico de sexo, relatando uma grande diferença entre o US e o BOD POD para mulheres e uma pequena para homens. Mas ambos os métodos (US e DC) apresentaram ICC acima de	A validade desse método é questionável, especialmente para atletas do sexo feminino. No entanto a confiabilidade do US foi excelente, sugerindo seu uso para monitorar mudanças na composição corporal de atletas.

					0,996.	
7.(Bielemann et al., 2016)	Desenvolver e validar equações para estimar a gordura corporal com base em medidas obtidas pelo US (gordura subcutânea e espessura muscular)	206 indivíduos adultos, sendo 104 mulheres e 102 homens.	Brasil	As equações foram propostas, utilizando medidas antropométricas combinadas com medidas de US. Os componentes da equação foram diferentes para homens e mulheres, sendo que ambas superestimaram a gordura corporal total.	O coeficiente de correlação de concordância de Lin (CCC), foi de 0,853 na amostra original e 0,855 após replicação por bootstrap. para a equação masculina. Na equação feminina, o CCC foi de 0,903 na amostra geral e 0,904 na estimativa ajustada.	US pode ser útil na avaliação de gordura corporal total em adultos, mas requer um treinamento adequado e associação com medidas antropométricas.
8.(Johnson et al., 2016)	Avaliar a concordância do US utilizando a metodologia modificada de Jackson Pollock em sete locais, em comparação com a BIA, na estimativa do %GC.	48 jovens caucasianos em idade universitária, sendo 19 homens e 29 mulheres, com idades entre 22,7 ± 3,0 anos.	Estados Unidos	Não houve diferença significativa nas estimativas do %GC entre o US e a BIA, e a maioria das estimativas do US estavam dentro da faixa de ± 9,7% em relação a BIA.	Não foram realizadas medidas de análise de confiabilidade neste estudo.	US utilizando o algoritmo de sete locais é um método preciso de análise de composição corporal para analisar a %GC em amostra de adultos com peso normal.
9.(Johnson et al., 2017)	Analisar a concordância do US com o DXA e ADP na estimativa de MG e MLG.	74 jovens caucasianos em idade universitária, sendo 33 homens e 41 mulheres, com idades entre 23,1 ± 4,9 anos.	Estados Unidos	O US não apresentou diferença significativa em relação a ADP para MG e MLG, mas apresentou falta de concordância em relação ao DXA.	Em todos os resultados de Bland Altman apresentou uma grande variabilidade individual entre os métodos, no entanto não se determinou medidas de confiabilidade neste estudo.	A análise normativa sugere que há concordância entre o US e a ADP, mas é importante considerar algumas ressalvas. Recomenda-se que pesquisas futuras comparem o US com um método de referência de quatro componentes para estabelecer ainda mais a validade e confiabilidade do dispositivo.
10.(Hendrickson et al., 2019)	Avaliar a confiabilidade intra e inter avaliador da medição da %GC, MG e MLG com US e ADP, em uma amostra de adultos jovens semelhante à população jovem adulta vítima de trauma.	31 adultos saudáveis, com idades entre 26,7 ± 3,9 anos. E 12 adultos com trauma e idade de 41,8 ± 14,3 anos	Estados Unidos	A comparação do US com ADP mostrou alta correlação para estimativa de MLG.	Ao utilizar o US com a fórmula de Jackson e Pollock – 3 pontos, encontraram um ICC teste-reteste de 0,87 para o avaliador 1 e 0,80 para o avaliador 2, enquanto o ICC entre avaliadores foi de 0,87.	O US fornece estimativas confiáveis de composição corporal sendo uma alternativa viável para monitoramento em pacientes jovens e saudáveis. Os resultados sugerem que o US pode ser utilizado em centros de trauma para avaliar a composição corporal dos seus pacientes.
11.(Kang et al., 2020)	Investigar possíveis erros entre nove protocolos e a validade da estimativa de %GC comparando com o DXA.	105 homens universitários, com idades entre 20,0 ± 2,1 anos, IMC entre 23,9 ± 3,8 kg/m <sup>2</sup> .	Coreia do Sul	Em geral, os %GC estimados pelos nove protocolos incorporados no US foram favoráveis em comparação com o DXA, em especial o protocolo de Dumin & Wormersley e o de Parllo.	Não se determinou medidas de confiabilidade neste estudo.	Os resultados forneceram informações valiosas ao serem aplicados vários protocolos em homens jovens, destacando a portabilidade e facilidade de uso para estimativas razoavelmente precisas da porcentagem de gordura corporal em comparação com o DXA.
12.(Miclos-Balica et al., 2021)	Determinar a confiabilidade da estimativa %GC usando o US em uma amostra heterogênea.	144 adultos saudáveis, sendo 81 homens e 63 mulheres, com idade entre 30,4 ± 10,1 anos e IMC entre 24,6 ± 4,7 kg/m <sup>2</sup> .	Romênia	A análise de ensaios triplicados realizados por dois avaliadores mostra que a confiabilidade intra- avaliador foi excelente para ambos avaliadores, semelhante à da ADP.	A fórmula com o maior número de pontos anatômicos proporcionou a melhor confiabilidade, ICC = 0,979 para o avaliador 1 e 0,985 para avaliador 2.	O US é uma ferramenta confiável para avaliar o %GC. No entanto, sua precisão tende a ser maior em homens do que em mulheres. A competência do examinador desempenha papel fundamental na

						consistência dos resultados, e medidas para reduzir essa variabilidade podem aprimorar ainda mais a precisão.
<b>13.</b> (McGirr et al., 2021)	Avaliar a espessura da gordura subcutânea da parte inferior da perna em dois momentos espaçados (média ± erro padrão) em 10,6 ± 2,2 dias.	32 jovens universitários, sendo 18 homens e 14 mulheres.	Estados Unidos	Todas as análises ANOVAs se mostraram significativas, indicados por valores altos de ICC e $\eta^2$ , sugerindo uma boa confiabilidade do método.	Alta confiabilidade intra-avaliador para a maioria dos testes	Recomenda-se treinamento prévio no uso do US, especialmente com unidades portáteis, para garantir eficácia na coleta de dados, sendo necessário o estabelecimento de protocolos padronizados futuros.
<b>14.</b> (Lewandowski et al., 2022)	Comparar o US e o paquímetro GPM para avaliar a espessura de DC.	58 jovens universitárias do sexo feminino, com idades entre 19 e 24 anos, com IMC dentro faixa de normalidade.	Polônia	Apesar da correlação positiva entre as medições feitas por ambos os métodos, os valores obtidos apresentaram discrepâncias significativas, especialmente em alguns pontos específicos.	Não foi determinado medidas de confiabilidade nesse estudo.	As medições de US e paquímetro podem variar, exigindo ferramentas específicas para cada método ao calcular a gordura corporal. Os métodos não são idênticos, e seus resultados não são intercambiáveis.
<b>15.</b> (Silva et al., 2023)	Analisar o US na determinação de gordura corporal em pacientes com sobrepeso e obesidade, comparando com as DC.	50 indivíduos entre 18 e 59 anos, com IMC a partir de 25 kg/m <sup>2</sup> .	Brasil	Correlação forte entre o %GC obtido pelo US com o obtido pelas DC, e correlação moderada entre peso e %GC pelo US.	Não foram determinadas medidas de confiabilidade nesse estudo.	US apresenta resultados confiáveis para avaliação de gordura corporal em pacientes com sobrepeso e obesidade. Mas é recomendado a realização de estudos multicêntricos no Brasil, para que seja possível uma avaliação da precisão e comparar também com outros métodos de avaliação.

Nota: %GC: Percentual de Gordura Corporal; ADP: Plestiomografia por deslocamento de ar; BIA: bioimpedância; BIS: Bioimpedância Espectroscópica; DC: Dobras Cutâneas; DXA: Absorciometria por raios X de dupla energia; HW: pesagem hidrostática; ICC: Coeficiente de Correlação Intraclasse; IMC: Índice de Massa Corporal; MG: Massa de gordura; MLG: Massa livre de gordura; US: Ultrassom.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.1 Validação e comparação com outros métodos

O primeiro estudo encontrado na literatura utilizando o US portátil modo A foi o de Utter e Hager (2008), que destacou sua viabilidade como uma alternativa de campo para estimar a massa livre de gordura (MLG), com resultados comparáveis à pesagem hidrostática. No entanto, o estudo foi financiado pela empresa fabricante do equipamento (IntelaMetrix® Inc), portanto é importante considerar possível conflito de interesse, sendo necessária uma abordagem imparcial na avaliação dos resultados (Utter & Hager, 2008).

Ao explorar estudos brasileiros, encontramos pesquisas que contribuíram para essa discussão. Neves et al. (2013) realizaram um estudo com uma população militar masculina, demonstrando boa capacidade do US em estimar o percentual de gordura corporal (%GC). No entanto, observou-se uma tendência de superestimação desses valores em comparação com as DC. Entre as limitações do estudo, incluem-se a restrição da amostra a indivíduos magros, uma análise limitada de pontos anatômicos e a ausência de participantes obesos. Além disso, as correlações entre os métodos variaram em diferentes pontos de medição (Neves et al., 2013). Em contraste, Krueger et al. (2015) conduziu um estudo semelhante com militares brasileiros e obteve resultados opostos, com os valores do US sendo menores que os das DC, com exceção do bíceps braquial. Essas discrepâncias nos resultados, mesmo ao analisar populações aparentemente semelhantes, suscitam preocupações significativas acerca da confiabilidade do equipamento como método para estimativas da composição corporal. No entanto, é imprescindível abordar as limitações intrínsecas a este estudo, como o tamanho reduzido da amostra e a estratificação com base no índice de massa corporal (IMC). Além disso, é relevante destacar a ausência de uma comparação direta dos resultados do US com um padrão-ouro estabelecido, como a HW ou DXA, o que torna desafiador avaliar a precisão do equipamento como uma ferramenta de medição do %GC (Krueger et al., 2015). Ambos estudos não relatam o nível de experiência e treinamento dos avaliadores, algo que pode impactar nos resultados encontrados.

Ainda sobre estudos brasileiros, o de Bielemann et al. (2016) é igualmente relevante, enfocando a importância de considerar as diferenças de sexo ao desenvolver equações para estimar o %GC com base nas medidas de espessura do US. A validação dessas equações em diferentes extremos de gordura corporal e sua comparação com a ADP fortalecem a confiabilidade dessas equações como uma alternativa sólida. No entanto, algumas limitações devem ser mencionadas, como a falta de análises em subgrupos com base no estado nutricional dos participantes, a impossibilidade de utilizar um método de avaliação que incorpore pelo menos três compartimentos e a ausência de uma amostra de validação cruzada (Bielemann et al., 2016). O estudo de Silva et al. (2023) ressalta a importância da comparação entre diferentes métodos de avaliação, identificando correlações significativas entre o US, as DC e o IMC em pacientes obesos. No entanto, a detecção de diferenças entre os métodos enfatiza a necessidade contínua de rigor e cautela na interpretação dos resultados. É relevante observar que este estudo também apresenta limitações, como a coleta de dados restrita a uma única clínica escola de nutrição, o que pode limitar a generalização dos achados devido a diferenças socioculturais e étnicas em nosso país, que podem impactar na composição corporal (Silva et al., 2023).

Outros estudos, como os de Johnson et al. (2016), Johnson et al. (2017) e Lewandowski et al. (2022), destacaram a importância de avaliar minuciosamente a concordância entre o US e outros métodos. As diferenças significativas observadas entre eles realçam a complexidade inerente à medição do %GC e a necessidade de considerar as limitações específicas de cada abordagem. As limitações de ambos os estudos de Johnson (2016 e 2017) incluem a dependência do estado de hidratação na estimativa do %GC e da MLG, respectivamente, sem a medição direta do estado de hidratação. A literatura indica que o estado de hidratação pode ter um impacto significativo nas estimativas de MLG e MG, destacando a importância de aderir estritamente às condições de teste padronizadas para obter resultados precisos e confiáveis em estudos de composição corporal (Johnson et al., 2016, 2017). Por outro lado, Lewandowski et al. (2022) destacam que uma possível limitação do estudo está especificamente relacionada a sua amostra, que consiste em apenas mulheres jovens em uma faixa relativamente estreita de

IMC e adiposidade, sugerindo que pesquisas futuras se beneficiariam com um grupo que inclua ambos os sexos, refletindo as diferenças na distribuição de gordura e também considerando grupos étnicos diversos (Lewandowski et al., 2022).

Elsey et al. (2021) examinaram métodos de três e sete locais usando o US para determinar o %GC, identificando diferenças entre os métodos. Este estudo destacou que a fórmula de três pontos resultou em um menor %GC e foi mais rápida do que a fórmula de sete pontos, porém evidenciou que a fórmula de sete pontos pode ser mais representativa da distribuição geral de gordura, embora tenha enfrentado limitações, como a ausência de medidas de confiabilidade interavaliador e protocolo padronizado, sugerindo a necessidade de pesquisas futuras nessa área. Eles também destacaram a influência das variações sazonais nas atividades atléticas e as mudanças na composição corporal relacionadas ao esporte, ressaltando a necessidade de abordagens personalizada (Elsey et al., 2021).

De forma heterogênea, cada estudo abordou sua pesquisa em públicos diferentes. Neves et al. (2013) e Krueger et al. (2015) concentram-se em adultos e militares, enquanto Silva et al. (2023) direciona seu foco para adultos obesos. Baranauskas et al. (2015), Johnson et al. (2016) e Johnson et al. (2017) realizaram seus estudos com jovens em idade universitária. Bielemann et al. (2016) selecionou adultos saudáveis, enquanto Hendricks et al. (2019) optou por adultos jovens saudáveis e uma menor parcela com adultos com trauma. Elsey et al. (2021) estudou jovens atletas em idade universitária. Lewandowski et al. (2022) concentrou-se em jovens adultas do sexo feminino, Kang et al. (2020) realizou suas pesquisas com jovens do sexo masculino em idade universitária, e Utter e Hager (2008) direcionaram suas investigações para jovens atletas em idade escolar.

O estudo de revisão de Wagner (2013) menciona que o equipamento é particularmente valioso na avaliação da composição corporal em populações especiais, como indivíduos obesos. Sua portabilidade e capacidade de medir diferentes camadas de gordura o tornam uma ferramenta prática nesses contextos. Ressalta também que a força da correlação pode variar de acordo com o local de medição e o gênero, apesar de se comportar de forma precisa na avaliação da gordura corporal (Wagner, 2013). No entanto, os estudos posteriores a ele aqui analisados deixam claro que há muitos resultados conflitantes ainda.

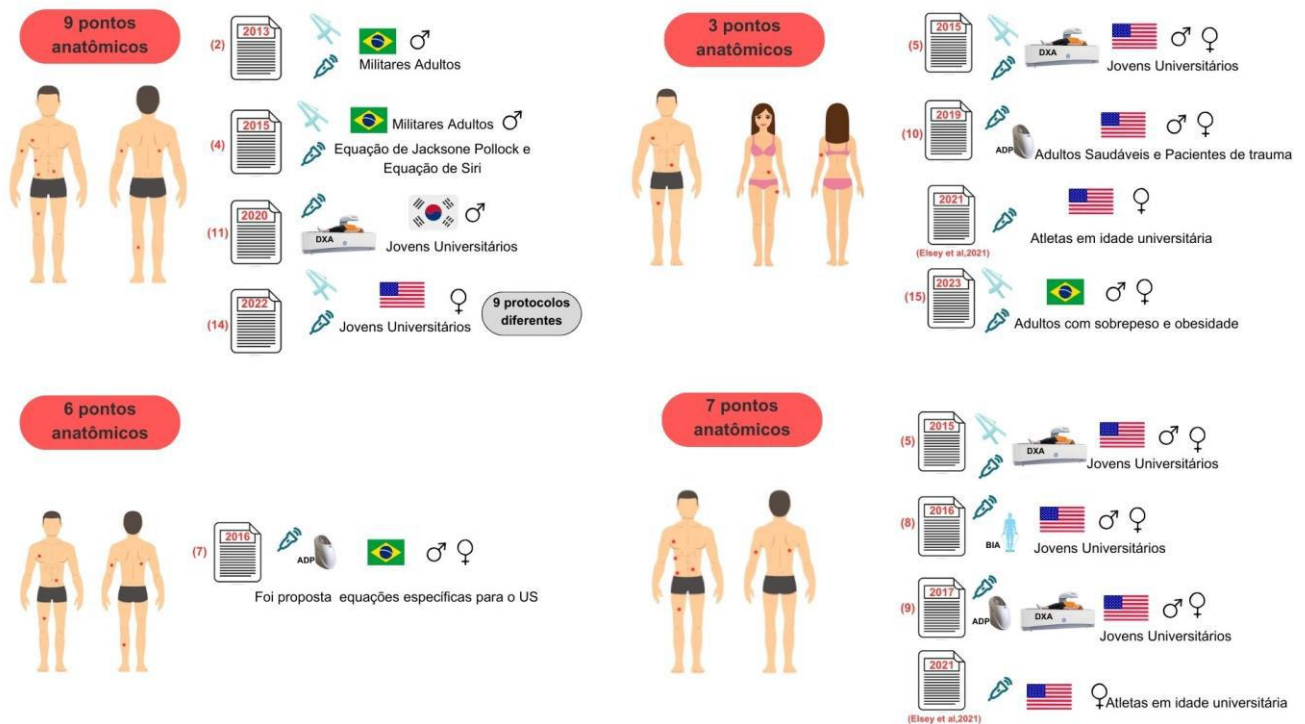
Em síntese, a discussão desses estudos ressalta a complexidade e a importância de levar em consideração uma variedade de fatores ao selecionar e validar métodos para estimar o %GC. Aspectos como acessibilidade e custo, adaptação à população-alvo, validade de construto, reprodutibilidade, facilidade de uso e confiabilidade emergem como elementos críticos nesse processo. Essa análise crítica e a compreensão das nuances específicas de cada método são essenciais para garantir a precisão e a confiabilidade dos resultados obtidos, contribuindo assim para o avanço contínuo da área de avaliação da composição corporal.

### **3.2 Técnicas utilizadas e locais de medidas**

Neste tópico, foram discutidas as características de cada estudo quanto à metodologia utilizada para a análise do ultrassom. Em resumo, foram destacados os protocolos e técnicas empregados, os quais podem ser visualizados de maneira mais clara na Figura 1.



**Figura 1 - Síntese das medições realizadas nos estudos.**



Fonte: Elaborado pelos autores.

No estudo de Neves et al. (2013), foram avaliados nove pontos anatômicos, medindo as DC no tríceps, subescapular, bíceps, peitoral, médio axilar, abdominal, suprailíaca, coxa e panturrilha. No entanto, a descrição da avaliação por US foi escassa, limitando-se a mencionar que os mesmos pontos do adipômetro foram utilizados e que o percentual de gordura foi calculado automaticamente pelo software.

Krueger et al. (2015) considerou nove pontos anatômicos, abrangendo abdome, axilar média, bíceps braquial, coxa anterior, panturrilha pedial, peitoral, subescapular, suprailíaca e tríceps braquial, utilizando as equações de Jackson e Pollock e de Siri. A média de três avaliações consecutivas foi usada em ambos os métodos (US e DC), e o cálculo da %GC foi realizado automaticamente pelo software.

Baranauskas et al. (2015) utilizou a equação de Jackson-Pollock (JP7) no software do equipamento, considerando sete locais de medição: tórax, axilar média, suprailíaca, abdome, coxa, tríceps e subescapular. No entanto, não foi informado o número de avaliadores envolvidos ou a frequência das medições em cada ponto.

Bielemann et al. (2016) adotou o equipamento BodPod para medir o %GC e realizou análises de US portátil em pontos como tríceps, bíceps, subescapular, abdominal, coxa e panturrilha. Complementando as medidas de US com medidas de circunferência, peso e estatura. Não foram fornecidos detalhes sobre o número de avaliadores ou a frequência das medições em cada ponto. Além disso, o estudo incluiu uma análise de validade aparente por meio do bootstrapping.

Johnson et al. (2016) considerou a fórmula de 7 pontos de Jackson e Pollock para determinar seus locais de medições pelo US (tórax, axila média, suprailíaca, abdome, coxa, tríceps e subescapular), posteriormente calculando %GC através do software próprio do equipamento, não sendo detalhado quantas vezes foi realizado cada medição e se houve mais de um avaliador realizando as medições.

Johnson et al. (2017) empregou tanto DC como US em locais como tórax, axila média, suprailíaca, abdome, coxa, tríceps e subescapular. A média das duplicatas de medidas foi utilizada, e a estimativa de massa gorda e MLG foi realizada automaticamente pelo software.

Hendrickson et al. (2019) realizou medições do US por dois avaliadores em 3 locais, sendo coxa anterior, abdômen e peito para os homens e tríceps, abdômen e quadril para as mulheres. Relata-se que em cada local foram feitas de 3 a 5 medidas para obter a espessura média que foi utilizada para calcular a densidade corporal e assim calculando em %GC automaticamente através do software próprio do equipamento.

Kang et al. (2020) e Lewandowski et al. (2022) não apresentaram uma estimativa específica de %GC, focando na medição dos mesmos pontos anatômicos por meio de adipômetros e US, respectivamente. Não foram fornecidos detalhes sobre o número de avaliadores envolvidos ou a frequência das medições em cada ponto.

Else et al. (2021) realizou medições pelo dispositivo de US em três e sete locais, abrangendo pontos como tríceps, supra-ilíaca e coxa, entre outros. Todas as medições foram conduzidas pelo mesmo pesquisador treinado, com a estimativa do %GC baseada em equações disponíveis no software, escolhendo as propostas no estudo de Jackson-Pollock (3 e 7 locais).

Silva et al. (2023) concentrou-se em três pontos para homens (torácica, abdominal e coxa média) e três pontos para mulheres (tricipital, supra-ilíaca e coxa média) a fim de estimar a %GC, sendo adicionados à fórmula de Jackson e Pollock (1980). No entanto, a descrição da avaliação pelo equipamento portátil foi limitada, com falta de detalhes sobre os pontos medidos, o número de avaliadores envolvidos e a repetição das medições em cada ponto.

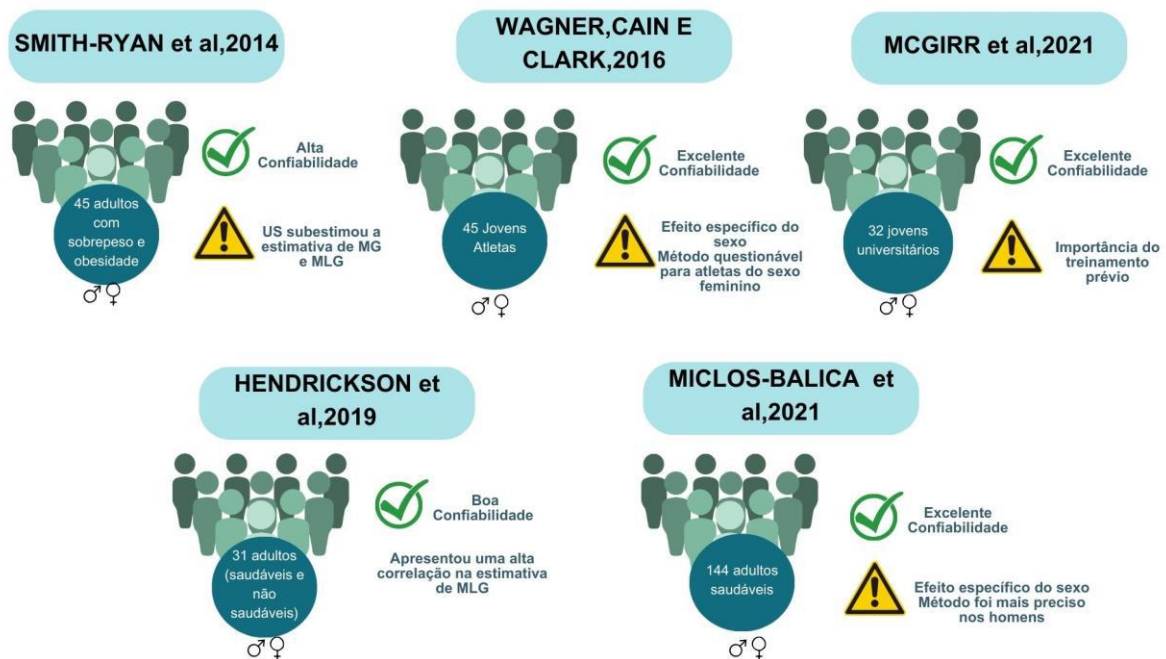
Wagner (2013) discutiu sobre a medição e interpretação das imagens geradas pelo equipamento em sua revisão, trazendo que a interpretação das imagens pode ser subjetiva, e a identificação de interfaces de tecido e a medição precisa da espessura do tecido requerem prática. Alguns métodos automatizados de identificação de limites de tecido foram desenvolvidos, mas a padronização é deficiente (Wagner, 2013).

Em resumo, a diversidade de métodos e abordagens utilizados nos estudos destaca a complexidade da avaliação da composição corporal e ressalta a importância de uma abordagem mais padronizada e detalhada na descrição dos procedimentos para garantir resultados mais precisos e comparáveis.

### **3.3 Reprodutibilidade e Confiabilidade**

Após conduzir nossa pesquisa em bancos de dados, identificamos cinco estudos que avaliaram a confiabilidade das medidas do equipamento. Consequentemente, resumimos alguns pontos-chave na Figura 2.

**Figura 2** - Síntese dos principais pontos sobre a abordagem da confiabilidade do US.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A confiabilidade da técnica de US modo A portátil identificadas nos estudos de Smith-Ryan et al. (2014), Wagner, Cain e Clark (2016), Hendrickson et al. (2019), Miclos-Balica et al. (2020) e McGirr et al. (2021) na avaliação da composição corporal com equipamento é notável. Embora Smith-Ryan et al. (2014) tenham encontrado alta confiabilidade na medição de %GC, também observaram uma subestimação das medidas de MG e MLG em comparação com o método de referência, levantando questões sobre sua validade. Por outro lado, Wagner, Cain e Clark (2016) destacaram a excelente confiabilidade teste-reteste do US portátil modo A, sugerindo seu valor para monitorar mudanças na composição corporal em atletas, embora tenham questionado sua validade, especialmente em atletas do sexo feminino. Hendrickson et al. (2019) destacou a alta correlação na estimativa de MLG entre o US e a ADP, indicando que o US fornece estimativas confiáveis, viabilizando o monitoramento em indivíduos jovens e saudáveis. Miclos-Balica et al. (2020) também enfatizaram a alta confiabilidade do dispositivo na avaliação de %GC, apesar da variação na precisão entre homens e mulheres. McGirr et al. (2021) concluíram que o US portátil oferece alta confiabilidade intra-avaliador na medição da espessura das DC, mesmo em intervalos longos entre as medições.

Em resumo, embora o US no modo A seja altamente confiável na avaliação da composição corporal, sua validade pode variar entre grupos populacionais, e pode resultar em subestimação ou superestimação de alguns parâmetros. Portanto, a decisão de usá-lo deve levar em consideração suas limitações de validade, destacando a necessidade de pesquisas adicionais para abordar essas limitações, especialmente em grupos populacionais específicos.

#### 4. Conclusão

A ultrassonografia é uma ferramenta atraente para a avaliação da composição corporal na prática clínica dada sua portabilidade, custo relativamente acessível e não demanda de protocolo de preparação para o exame. Contudo, enfrenta limitações e incertezas em relação a sua aplicação. Primeiro, a falta de treinamento formal para profissionais de saúde dificulta a análise de confiabilidade, reprodutibilidade e precisão. É crucial estabelecer protocolos padronizados que considerem vários fatores, incluindo cegamento, número de medidas repetidas e critérios de avaliação. Há heterogeneidade na identificação dos

pontos anatômicos avaliados e na quantificação da espessura, com variação na escolha do local de aquisição da imagem. A variedade de abordagens para captura de imagens e análise em pesquisas torna complexa a tarefa de comparar resultados devido à diversidade de métodos empregados. Variáveis como o estado de hidratação, grau de compressão e dimensões musculares exercem influência nas medições. A falta de dados normativos e de uma coorte saudável para comparação é um desafio. É essencial discernir entre disparidades estatisticamente significativas e alterações de relevância clínica.

Uma das principais limitações está relacionada ao uso de equações desenvolvidas para o adipômetro, as quais são incorporadas ao software do equipamento, embora este seja um aparelho de US que requer uma interpretação distinta. Além disso, a escassez de estudos de validação do equipamento constitui uma limitação adicional. Estes estudos não abrangem adequadamente a diversidade de populações, incluindo faixas etárias e etnias variadas, fatores críticos na avaliação da composição corporal. Vale ressaltar que no contexto brasileiro, apenas um estudo com adultos propõe fórmulas para calcular a composição corporal com base em medidas de US, as quais não se alinham com as fórmulas incorporadas ao software do produto. Portanto, considerar exclusivamente o uso do equipamento modo A portátil como recomendado e validado, conforme a Nota Técnica do CFN que foi retirada dos sistemas de divulgação, desconsidera a robustez de outros estudos que exploram o uso do US modo B na avaliação da composição corporal.

Em resumo, o US modo A portátil enfrenta desafios significativos para avaliação da composição corporal, incluindo falta de treinamento, divergência na reprodutibilidade segundo a confiabilidade intra e inter avaliador, falta de padronização na identificação dos pontos anatômicos, variabilidade na aquisição de imagens e interpretação de dados. Profissionais de saúde e pesquisadores devem estar cientes dessas limitações e trabalhar para melhorar a técnica de utilização deste equipamento para a avaliação da composição corporal de diversos extratos populacionais no futuro.

## Agradecimentos

Esse trabalho teve apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Processos nº 2020/00944-2 e 2021/01304-0) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (código de financiamento 001).

## Referências

- Baethge, C., Goldbeck-Wood, S., & Mertens, S. (2019). SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. *Research Integrity and PeerReview*, 4(1), 2–8. <https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8>
- Baranauskas, M. N., Johnson, K. E., Juvancic-Heltzel, J. A., Kappler, R. M., Richardson, L., Jamieson, S., & Otterstetter, R. (2015). Seven-site versus three-site method of body composition using BodyMetrix ultrasound compared to dual-energy X-ray absorptiometry. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 37(3), 317–321. <https://doi.org/10.1111/cpf.12307>
- Bielemann, R. M., Gonzalez, M. C., Barbosa-Silva, T. G., Orlandi, S. P., Xavier, M. O., Bergmann, R. B., & Formoso Assunção, M. C. (2016). Estimation of body fat in adults using a portable A-mode ultrasound. *Nutrition*, 32(4), 441–446. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nut.2015.10.009>
- Botelho, L. L. R., Cunha, C. C. A., & Macedo, M. (2011). O Método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Revista Eetronica Gesão e Sociedade*, 5, 121–136.
- Canuto, L. T., & Oliveira, A. A. S. de. (2020). Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. *Psicologia Em Revista*, 26(1), 83–102. <https://doi.org/10.5752/P.1678-9563.2020v26n1p82-100>
- Carolina, A., Café, C., Christina, M., Romano, C., & Lamounier, J. A. (2022). *Ultrassonografia como método para avaliação da composição corporal: uma revisão sistemática* *Ultrasound as a method for evaluation of body composition: a systematic review* *Ultrasonido como método de evaluación de la composición corporal: una revisión si*. 2022, 1–17.
- Else, A. M., Lowe, A. K., Cornell, A. N., Whitehead, P. N., & Connors, R. T. (2021). Comparison of the three-site and seven-site measurements in female collegiate athletes using bodymetrix™. *International Journal of Exercise Science*, 14(4), 230–238.
- Hendrickson, N., Davison, J., Schiller, L., & Willey, M. (2019). Reliability and Validity of A-Mode Ultrasound to Quantify Body Composition. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 33(9), 472–477. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001498>

- Johnson, K. E., Miller, B., Gibson, A. L., McLain, T. A., Juvancic-Heltzel, J. A., Kappler, R. M., & Otterstetter, R. (2017). A comparison of dual-energy X-ray absorptiometry, air displacement plethysmography and A-mode ultrasound to assess body composition in college-age adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 37(6), 646–654. <https://doi.org/10.1111/cpf.12351>
- Johnson, K. E., Miller, B., McLain, T. A., Gibson, A. L., & Otterstetter, R. (2016). Bioelectrical Impedance and Ultrasound to Assess Body Composition in College-Aged Adults. *Journal of Advanced Nutrition and Human Metabolism*, February. <https://doi.org/10.14800/janhm.1176>
- Kang, S., Park, J. H., Seo, M. W., Jung, H. C., Kim, Y. I., & Lee, J. M. (2020). Validity of the portable ultrasound bodymetric™ Bx-2000 for measuring body fat percentage. *Sustainability (Switzerland)*, 12(21), 1–9. <https://doi.org/10.3390/su12218786>
- Krueger, E., Ulbricht, L., Ripka, W., & Borba Neves, E. (2015). Avaliação Da Tecnologia Do Ultrassom Portátil E Sua Correlação Com O Percentual De Gordura Obtido Pelas Dobras Cutâneas Em Adultos Jovens Evaluation of Portable Ultrasound Technology and the Correlation With the Fat Percentage Through Skinfolds in Young A. 46, 78–83. <https://doi.org/10.13037/rbcs.vol13n46.3153>
- Lewandowski, Z., Dychała, E., Pisula-Lewandowska, A., & Danel, D. P. (2022). Comparison of Skinfold Thickness Measured by Caliper and Ultrasound Scanner in Normative Weight Women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph192316230>
- McGirr, B. T., Martin, J. L., Colborn, C. E., Shefflette, A. C. S., Soltysiak, S. R., Dichiara, E. J., & Caruso, J. F. (2021). Intra-rater reliability of lower leg subcutaneous skin fold thickness derived from hand-held a-mode ultrasound. *Isokinetics and Exercise Science*, 30(4), 293–301. <https://doi.org/10.3233/ies-210157>
- Miclos-Balica, M., Muntean, P., Schick, F., Haragus, H. G., Glisici, B., Pupazan, V., Neagu, A., & Neagu, M. (2021). Reliability of body composition assessment using A-mode ultrasound in a heterogeneous sample. *European Journal of Clinical Nutrition*, 75(3), 438–445. <https://doi.org/10.1038/s41430-020-00743-y>
- Neves, E. B., Ripka, W. L., Ulbricht, L., & Stadnik, A. M. W. (2013). Comparação do percentual de gordura obtido por bioimpedância, ultrassom e dobras cutâneas em adultos. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 19(5), 323–327. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922013000500004>
- Prado, C. M., Ford, K. L., Gonzalez, M. C., Murnane, L. C., Gillis, C., Wischmeyer, P. E., Morrison, C. A., & Lobo, D. N. (2023). Nascent to novel methods to evaluate malnutrition and frailty in the surgical patient. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 47(S1), S54–S68. <https://doi.org/10.1002/jpen.2420>
- Ribeiro, V. A., Jordao, A. A., & Mialich, M. S. (2022). Ultrassom como ferramenta de avaliação da composição corporal. 512–529.
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2), v–vi. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>
- Silva, P. M. F., De Souza, Y. L. L., Dos Santos, A. V., & Xemenes, R. C. C. (2023). Métodos De Avaliação Da Gordura Corporal E Análise Da Ferramenta De Ultrassonografia Em Pacientes Obesos. *Arquivos de Ciências Da Saúde Da UNIPAR*, 27(8), 4742–4753. <https://doi.org/10.25110/arqsaude.v27i8.2023-036>
- Smith-Ryan, A. E., Fultz, S. N., Melvin, M. N., Wingfield, H. L., & Woessner, M. N. (2014). Reproducibility and validity of A-mode ultrasound for body composition measurement and classification in overweight and obese men and women. *PLoS ONE*, 9(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091750>
- Utter, A. C., & Hager, M. E. (2008). Evaluation of ultrasound in assessing body composition of high school wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(5), 943–949. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318163f29e>
- Wagner, D. R. (2013). Ultrasound as a tool to assess body fat. *Journal of Obesity*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/280713>
- Wagner, D. R., Cain, D. L., & Clark, N. W. (2016). Validity and Reliability of A-Mode Ultrasound for Body Composition Assessment of NCAA Division I Athletes. c, 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153146>