

**BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA NA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL:  
UMA REVISÃO DOS PRINCÍPIOS BIOFÍSICOS, DIFERENTES TIPOS,  
ASPECTOS METODOLÓGICOS, VALIDADE E APLICABILIDADE DE SUAS MEDIDAS**

Irina Sidoine Sossou<sup>1</sup>, Gabriella Elisa Magalhães da Silva<sup>1</sup>, Claudia Eliza Patrocínio de Oliveira<sup>2</sup>  
Oswaldo Costa Moreira<sup>3</sup>

**RESUMO**

A avaliação da composição corporal é um importante aspecto na determinação das condições físicas, em diferentes processos relacionados à saúde. Ela auxilia tanto em pesquisas, como em situação de emagrecimento ou prevenção/tratamento de doenças crônicas como o diabetes, a hipertensão arterial, a dislipidemia e doenças cardiovasculares. A bioimpedância elétrica (BIA), por ser um aparelho de fácil transporte, não invasivo e de uso rápido, vem ganhando grande destaque no mercado. Assim, o objetivo desse trabalho é revisar uso da BIA na avaliação da composição corporal, com foco em discutir os diferentes tipos de BIA, apresentar sua ideia central, seus principais aspectos metodológicos e a validade das medidas que ela oferece. De modo geral, é possível observar que existe uma variedade de aparelhos de BIA que se categorizam pelo número de eletrodos usados, pela região submetida à avaliação ou pela frequência usada. Em ambos os aparelhos, o funcionamento baseia-se na oposição entre a resistência e a reatância. Adicionalmente, a precisão das medidas deste método, apresenta resultados satisfatórios, quando observados alguns procedimentos e protocolos padronizados. Contudo, situações de hidratação anormal, mal nutrição severa, obesidade, doenças neuromusculares ou dermatológicas extensas requerem em um cuidado mais criterioso do avaliador na interpretação dos resultados.

**Palavras-chave:** Saúde. Impedância Elétrica. Composição corporal. Distribuição da Gordura Corporal. Obesidade.

1 - Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Brasil.

2 - Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Brasil.

3 - Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

**ABSTRACT**

Electrical bioimpedance in the assessment of body composition: a review of biophysical principles, different types, methodological aspects, validity and applicability of their measurements

The assessment of body composition is an important aspect in determining physical conditions in different health-related processes. It assists both in research and in weight loss situations or in the prevention/treatment of chronic diseases such as diabetes, arterial hypertension, dyslipidemia and cardiovascular diseases. Bioelectrical impedance (BIA), as it is an easy-to-carry, non-invasive and quick-to-use device, has been gaining great prominence in the market. Thus, the objective of this work is to review the use of BIA in the assessment of body composition, focusing on discussing the different types of BIA, presenting its central idea, its main methodological aspects and the validity of the measures it offers. In general, it is possible to observe that there is a variety of BIA devices that are categorized by the number of electrodes used, by the region submitted to the evaluation or by the frequency used. In both devices, operation is based on the opposition between resistance and reactance. Additionally, the accuracy of the measurements of this method presents satisfactory results, when some standardized procedures and protocols are observed. However, situations of abnormal hydration, severe malnutrition, obesity, neuromuscular or extensive dermatological diseases require more attention from the evaluator when interpreting the results.

**Key words:** Health. Electrical Impedance. Body composition. Distribution of Body Fat. Obesity.

E-mail dos autores:

irina.sossou@estudante.ufla.br

gabriella.magalhaes@ufv.br

cpatrocínio@ufv.br

osvaldo.moreira@ufv.br

## INTRODUÇÃO

A avaliação nutricional dos pacientes é um diagnóstico necessário e importante que determina a conduta do profissional de saúde.

As condições de certos pacientes, principalmente os acamados, levaram Eickemberg e colaboradores (2011) a criar uma ferramenta de diagnóstico nutricional: a Bioimpedância (BIA).

Por ela, pode se obter o ângulo de fase (AF) que relacionado com o equilíbrio celular indica tanto o prognóstico em pacientes críticos que a gravidade da doença (Albert e Delano, 2021).

Para usá-lo, é importante que os profissionais das ciências da saúde conheçam as características dos diferentes métodos de avaliação e análise da composição corporal, uma vez que mudanças nesta têm relação direta com o estado de saúde do sujeito e com o aumento, ou a diminuição, do risco de desenvolvimento de doenças crônicas degenerativas (Moreira e colaboradores, 2015).

O método de avaliação da composição corporal baseado na BIA parte do princípio da condutividade da água no corpo e da sua variação nos diferentes compartimentos (Lee, Gallagher, 2008).

Enquanto a massa livre de gordura apresenta uma boa condução elétrica, por possuir elevada concentração de água e eletrólitos, a massa gorda não é boa condutora elétrica (Sant'anna, Priore, Franceschini, 2009).

Os estudos de BIA baseiam-se na estreita relação entre as propriedades elétricas do corpo humano, a composição corporal dos diferentes tecidos e do teor total de água no corpo.

Como todos os métodos indiretos de estimativa de composição corporal, a BIA depende de algumas premissas relacionadas às propriedades elétricas do corpo, sua composição e estado de maturação, nível de hidratação, idade, sexo e condição física (Eaton, Eaton, 2017; Minn, Suk, 2017).

No entanto, a confiabilidade e a precisão deste método podem ser influenciadas por vários fatores, como o tipo de instrumento, pontos de colocação dos eletrodos, nível de hidratação, dieta, ciclo menstrual, temperatura ambiente e a equação de predição utilizada, que, em geral, está próxima a  $r^2=0,84$ , quando comparada à densitometria dupla de raios X (DXA) (Lee, Gallagher, 2008; Mattsson, Thomas, 2006).

Assim, o objetivo desse trabalho é revisar uso da BIA na avaliação da composição corporal, com foco em discutir os diferentes tipos de BIA, apresentar sua ideia central, seus principais aspectos metodológicos e a validade das medidas que ela apresenta.

## Estratégia de busca dos artigos

As buscas dos artigos foram feitas em bases científicas como PubMed, Scopus, Scielo e Google Acadêmico, sem restrição de data. Foram usadas na pesquisa, termos como: bioimpedância elétrica; Composição corporal; tipos de BIA; funcionamento da BIA e validade da BIA.

Foram considerados todos os artigos em inglês e português, com ênfase em seres humanos.

Após leitura do título e do resumo, todos os artigos repetitivos ou não específicos a nossa temática foram descartados.

A partir de então, procedeu-se a leitura do trabalho completo para obtenção de informações relevante e claras, que pudessem contribuir e elucidar o objetivo proposto no presente trabalho.

## Princípios biofísicos da bioimpedância elétrica

Para avaliar a composição corporal, a BIA usa a técnica de análise dos níveis de condução elétrica nos tecidos biológicos diante de várias frequências de correntes elétricas.

Segundo Guedes (2013), o corpo humano é utilizado como um circuito elétrico, sendo a massa livre de gordura um condutor de corrente elétrica devido à concentração de água e eletrólitos.

Heyward e Stolarczyk (2000) explicam que, as propriedades elétricas dos tecidos são estudadas desde 1871, mas as evidências sobre o funcionamento da BIA apareceram somente em 1970, com uma variedade de aparelhos postos no mercado.

De fato, a BIA é um método não invasivo, rápido, prático e indolor que se baseia na passagem de corrente elétrica de baixa intensidade através do corpo e a impedância (Z), ou oposição ao fluxo da corrente, que se mede pelo analisador.

Com ele, pode se mensurar a água corporal total (ACT), pois os eletrólitos são excelentes condutores de corrente elétrica.

Quanto maior o teor de água, mais facilmente a corrente flui.

Assim, o tecido adiposo com 80% de gordura, é um mal condutor de corrente elétrica com maior resistência (R) quando o comparamos a massa corporal magra (MCM), que em situações estáveis contém 73% de água, apresentando, conseqüentemente, uma menor resistência à passagem da corrente elétrica (Heyward e Stolarczyk, 2000).

Em sistemas biológicos, a corrente elétrica é transmitida pelos íons diluídos nos fluidos corporais, especificamente íons de sódio e potássio. Os tecidos magros são altamente condutores de corrente elétrica devido à grande quantidade de água e eletrólitos, ou seja, apresentam baixa resistência à passagem da corrente elétrica.

Por outro lado, a gordura, o osso e a pele constituem um meio de baixa condutividade, apresentando, portanto, elevada resistência (Kamimura e colaboradores, 2004; Kyle e colaboradores, 2004).

Entrando em mais detalhes, Heyward e Stolarczyk (2000) explicam que quando a corrente elétrica começa a ser gerada no corpo humano, dois componentes se opõem: a resistência (R) e a reatância (Xc). A resistência é definida então como a capacidade de uma substância se opor à passagem de corrente elétrica e a reatância, a medida da habilidade de cada material de “atrasar” a corrente elétrica.

As membranas celulares do corpo humano podem armazenar energias por pequenos períodos “atrasando ou não” a corrente elétrica; ou funcionar como “resistores”, dependendo da frequência da corrente aplicada.

A baixas frequências (~1kHz), as correntes elétricas não conseguem passar pelas membranas celulares, funcionando então como “resistores” podendo apenas o fluido extracelular ser medido.

Em frequências maiores, a corrente elétrica atravessa as membranas celulares permitindo as medidas de impedância dentro e fora das células. Já a reatância se relaciona com o balanço hídrico extra e intracelular da membrana celular (Heyward e Stolarczyk, 2000).

Explicando sempre o modo de funcionamento da BIA para avaliação da composição corporal, Kyle e colaboradores (2004) mostram que é possível basear-se num

modelo de condutor cilíndrico, com comprimento e área transversal uniforme e homogêneo, ao qual o corpo humano se assemelha.

Pela literatura, o volume do cilindro, assim como do corpo humano, é diretamente relacionado com a impedância total do corpo e através dela, se estima então a composição corporal pela estatura ao quadrado, dividida pela resistência ( $V = \text{estatura}^2 / R$ ).

A impedância à corrente através do corpo é relacionada diretamente ao comprimento do condutor e inversamente à sua área transversal (Kyle e colaboradores, 2004).

Dessa forma, os tecidos corporais através das oposições à passagem da corrente elétrica determinam a funcionalidade da BIA, que é denominada de impedância (Z) (Kyle e colaboradores, 2004).

Ela se constitui de dois vetores: R (resistência) e Xc (reatância), sendo que o vetor R mede a oposição ao fluxo da corrente elétrica através dos meios intra e extracelular do corpo, estando diretamente associado ao nível de hidratação desses meios; e o vetor Xc mede a oposição ao fluxo da corrente causada pela capacitância produzida pela membrana celular (Kyle e colaboradores, 2004).

### Diferentes tipos de aparelho da bioimpedância elétrica

Existem diferentes tipos de aparelhos de BIA disponíveis no mercado: aqueles que variam entre o número de eletrodos e os que são diferenciados pela posição em que são colocados (são as posições pé-mão, pé-pé ou mão-mão).

Os que usam somente as mãos ou os pés, em geral, são utilizados como aparelhos domésticos, pela sua maior facilidade de uso (Carvalho e Neto, 1999).

Os aparelhos de BIA também podem ser classificados quanto à região do corpo submetida ao exame ou tipo de frequência utilizada.

Quanto à região examinada, a BIA poderá ser considerada: “regional” se a corrente atravessa apenas a porção superior ou inferior do corpo (como, por exemplo, mão-mão ou pé-pé); “total” no caso em que a corrente atravessa todo o corpo ou ‘segmentar’ quando é apenas um segmento corporal ou membro que está sendo avaliado (Carvalho e Neto, 1999; Rodrigues e colaboradores, 2001).

Já quanto ao tipo de frequência utilizada, a BIA pode ser considerada de frequência única (50 kHz) ou multifrequencial (frequências de 5 a 1000 kHz) (Carvalho e Neto, 1999; Rodrigues e colaboradores, 2001).

Na literatura, observam-se avaliações da composição corporal pela BIA realizadas no corpo inteiro, com o modelo tetra polar, em que o avaliado deitado em decúbito dorsal teria os eletrodos colocados em locais bem definidos após limpeza com álcool.

Um eletrodo emissor é colocado próximo à articulação metacarpofalangeana da superfície dorsal da mão direita e o outro do lado distal do arco transversal da superfície superior do pé direito.

Um eletrodo detector é colocado entre as proeminências distais do rádio e da ulna do punho direito e o outro entre os maléolos, medial e lateral do tornozelo direito (Carvalho e Neto, 1999; Rodrigues e colaboradores, 2001).

Existem também, medidas da composição corporal pela BIA de membros superiores, em que o participante fica de pé, segurando nos sensores metálicos do aparelho, tem os seus cotovelos estendidos e os seus braços formando um ângulo de 90°, em relação ao tronco (Rodrigues e colaboradores, 2001).

Enquanto outras avaliações são realizadas pelos membros inferiores, feitas por balança, permanecendo o avaliado com os pés descalços e em posição ereta sobre a plataforma com sensores metálicos, conforme descrito no manual do aparelho (Rodrigues e colaboradores, 2001).

Existem ainda, aqueles aparelhos que utilizam sensores metálicos nas mãos e nos pés, sendo uma mescla dos dois aparelhos citados anteriormente.

### **Aspectos metodológicos para medida da composição corporal por bioimpedância elétrica**

Uma variedade de aparelhos de BIA tornou-se comercialmente disponível a partir da década de 1990.

No intuito de melhorar a validade das medidas desses aparelhos e minimizar os erros de medida, existem condutas e protocolos que devem ser observados, quando da realização da avaliação da composição corporal por BIA.

A European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN, 2004), em seu protocolo para avaliação da composição

corporal por BIA, recomenda que devam ser observados alguns procedimentos, antes da realização das medidas, sendo eles: (1) calibrar regularmente o aparelho; (2) manter os eletrodos em sacos fechados e protegidos do calor e da umidade; (3) realizar o exame em posição supina; (4) obedecer jejum prévio de 8 horas; (5) se abster de consumir bebidas alcoólicas por, pelo menos, 8 horas antes do exame; (6) não realizar exercícios físicos ou sauna por, pelo menor, 8 horas antes do exame; (7) esvaziar a bexiga antes do exame; (8) controlar a temperatura do ambiente (em torno de 22°C); (9) limpar a pele com álcool e certificar que a mesma não apresente lesões; (10) observar uma distância mínima de 5cm entre os eletrodos; (11) afastar os braços do tronco em um ângulo de 30° e pernas a 45° (em obesos, usar material isolante entre as pernas, como toalhas); (12) não ter contato com nenhuma superfície metálica durante o exame; (13) em estudos longitudinais, realizar o exame no mesmo horário; (14) observar a fase do ciclo menstrual; (15) não realizar o exame em indivíduos portadores de marca-passo; (16) em pacientes com insuficiência cardíaca, realizar as medições somente em pacientes estáveis.

Além disso, por ser um exame sensível à presença de água no corpo, a análise da composição corporal por BIA deve seguir uma padronização do seu método, a fim de se minimizar os possíveis erros de medida. Na literatura, é possível ver outras orientações para que essa avaliação ocorra de maneira mais precisa e confiável (Kyle e colaboradores 2004).

Dentre as indicações tem-se que: (1) avaliador deve aferir a estatura e a massa corporal dos avaliados no momento do exame; (2) o avaliado deve estar em decúbito dorsal, descalço e com os membros inferiores afastados, ficando os pés distantes um do outro em cerca de 30 cm.

A dificuldade de afastar a coxa de pessoas obesas (mórbidas) pode ser um fator de dificuldade de análise dos resultados; (3) o avaliado deve permanecer em repouso por, pelo menos, 10 minutos antes do exame; (4) o avaliado deve, sempre que possível, retirar todos os objetos de metal que esteja fazendo uso; (5) os eletrodos/sensores devem ser uniformemente posicionados; (6) todo uso de medicamentos diuréticos deve ser suspenso no mínimo 24 horas antes da realização do teste; (7) medicamentos que cursem com

retenção hídrica, se possível, devem ser retirados para a realização do exame.

### **Validade e aplicabilidade das medidas da composição corporal por bioimpedância elétrica**

A BIA tem sido validada para estimar a composição corporal e o estado nutricional de indivíduos saudáveis ou não em diversas situações clínicas (Barbosa-Silva e colaboradores, 2005; Gupta e colaboradores, 2004), como situações de desnutrição, traumas, câncer, pré e pós-operatório, hepatopatias, insuficiência renal, gestação, bem como em crianças, idosos e atletas.

Apesar da BIA ser indicada como um método preciso e confiável, discutem-se, na literatura, possíveis causas que dificultam o estabelecimento de um consenso acerca de seu uso, pois resultados obtidos em determinadas pesquisas revelam-se algumas vezes discrepantes (Jambassi Filho e colaboradores, 2010).

Existe dúvidas quanto à precisão e à confiabilidade da técnica da BIA, em relação a outros recursos ou métodos considerados “padrão-ouro” que também podem apresentar erros sistemáticos.

Os aparelhos da BIA baseiam-se em diferentes tipos de equações para grupos de indivíduos e são aplicadas de forma equivocada em amostras bastante heterogêneas.

Também, as diferenças étnicas e de composição corporal entre as populações, o estado de hidratação que podem afetar os resultados (Barbosa e colaboradores, 2001; Barbosa-Silva e colaboradores, 2005; Britto e Mesquita, 2008; Jambassi Filho e colaboradores, 2010).

Outra observação importante diz respeito aos métodos estatísticos utilizados que são mais adequados analisando a concordância entre eles do que apenas a correlação, uma vez que alguns indicadores podem apresentar alta correlação, mas não concordarem.

Essas comparações devem empregar, de preferência, métodos de referência (Barbosa e colaboradores, 2001; Barbosa-Silva e colaboradores, 2005; Britto e Mesquita, 2008; Jambassi Filho e colaboradores, 2010).

Para alguns autores, a BIA mostra-se mais fidedigna à outras técnicas de mensuração da gordura corporal, como as

dobras cutâneas (Bertoncello e colaboradores, 2011; Martins e colaboradores, 2011; Cocetti e colaboradores, 2009; Barbosa e colaboradores, 2001; Olivoto, 2004; Nunes e colaboradores, 2009; Petreça, 2009), tendo sua aplicabilidade comprovada eficiência na mensuração da gordura corporal, da massa magra, da água corporal.

No entanto, apesar de existir uma correlação moderada entre a BIA e as dobras cutâneas, os autores não determinam qual técnica é mais fidedigna para avaliação da composição corporal (Bertoncello e colaboradores, 2011; Martins e colaboradores, 2011; Cocetti e colaboradores, 2009; Barbosa e colaboradores, 2001; Olivoto, 2004; Nunes e colaboradores, 2009; Petreça, 2009).

Adicionalmente, a presença de algumas doenças pode induzir a variações nos resultados da composição corporal, medida pela BIA, o que leva a contradições da utilização dessa técnica (Steiner e colaboradores, 2002; Smith e colaboradores, 2002).

Essas variações nos valores da composição corporal se devem, não só, às limitações do método, mas também, pela própria diferença entre a condutividade do tecido entre indivíduos saudáveis e acometidos por algumas doenças (Pirlich e colaboradores, 2003; Kyle e colaboradores, 2004).

Essas variações podem acontecer com pessoas com mal nutrição severa ou anorexia nervosa, uma vez que esses indivíduos têm os seus resultados afetados pelo grau de hidratação corporal e devem ter uma interpretação com cuidado durante a realimentação (Pirlich e colaboradores, 2003; Kyle e colaboradores, 2004).

Em indivíduos obesos, a BIA mostra resultados confiáveis para casos em que o valor de IMC seja de até 34 kg/m<sup>2</sup>, ocorrendo erros de medição consideráveis acima desse valor.

Toda análise da composição corporal em pessoas com sobrepeso ou obesidade merece mais atenção, pois a BIA tende a subestimar a porcentagem de gordura do corpo quando esta é maior do que 25% em homens e 33% em mulheres (Sun e colaboradores, 2005).

Em caso de hidratação anormal dos tecidos, como ocorre em pessoas que apresentem edemas, ascites ou balanço iônico alterado, o uso da BIA também não é apropriado (Kyle e colaboradores, 2004).

Assim como, doenças por alterações dermatológicas extensas, como o mixedema no hipotireoidismo, podem invalidar o exame de BIA devido às resistências elétricas da pele (Kyle e colaboradores, 2004).

Não é indicado o uso da BIA para detectar mudanças de composição corporal após um programa de perda de peso, pois pequenas alterações fisiológicas na composição corporal podem não ser detectadas com acurácia por este método (Minderico e colaboradores; 2008).

Já para o uso em doenças neuromusculares, a BIA requer equações validadas específicas e o seu uso pode ser recomendado para seguimento em longo prazo (Bedogni e colaboradores, 1996).

Por ser um método considerado seguro, a bioimpedância pode ser usada também em pacientes pediátricos. Alguns estudos realizados com crianças de idade superior a 5 anos para estimar a massa livre de gordura, tiveram uma boa validação neles quando comparada à DXA (considerado padrão-ouro para estimar a massa livre de gordura) (Pietrobelli e colaboradores, 2003; Cleary e colaboradores, 2008).

No entanto, deve-se lembrar que a proporção de água corporal na criança é maior que no adulto e isso pode dificultar a interpretação dos resultados da BIA (Rush e colaboradores, 2009).

Adicionalmente, assim como nos adultos, em casos de obesidade ou desnutrição extrema nas crianças, a análise da BIA deve ser realizada com cautela, pois teria diferenças de valores quando comparada ao padrão-ouro (Pietrobelli e colaboradores, 2003; Cleary e colaboradores, 2008).

## CONCLUSÃO

Por meio dos estudos analisados na presente revisão de literatura realizada, foi possível observar que o uso da BIA tem aumentado devido a sua praticidade, rapidez e facilidade de aplicação, tanto para o avaliador, como para o avaliado.

Existe uma variedade de aparelhos de BIA que se categorizam pelo número de eletrodos usados, pela região submetida à avaliação ou pela frequência usada. Em ambos os aparelhos, o funcionamento baseia-se na oposição entre a resistência e a reatância.

Assim, por ser a massa livre de gordura um melhor condutor de corrente elétrica,

quando comparada à massa gorda, devido à maior concentração de água e eletrólitos, quanto maior a massa livre de gordura, menor seria a impedância elétrica corporal, por outro lado, quanto maior a massa gorda, maior seria a impedância elétrica corporal.

Em relação à precisão das medidas obtidas por este método, muito embora a literatura aponte para resultados satisfatórios quando ele é comparado à métodos considerados como padrão-ouro, quando observados alguns procedimentos e protocolos, é importante lembrar que situações de hidratação anormal, mal nutrição severa, obesidade, doenças neuromusculares ou dermatológicas extensas requerem em um cuidado mais criterioso do avaliador na interpretação dos resultados.

Portanto, a BIA se configura em mais um método de avaliação da composição corporal, com vantagens e desvantagens que devem ser consideradas pelos profissionais de saúde envolvidos com a avaliação da composição corporal, de modo a alinhar todos os fatores relacionados a este método, a fim de minimizar seus possíveis erros e potencializar seus benefícios.

## REFERÊNCIAS

- 1-Albert, K.; Delano, M. This Whole Thing Smacks of Gender": Algorithmic Exclusion in Bioimpedance-based Body Composition Analysis. Digital library. 2021. 342-352. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445898>.
- 2-Barbosa, A. R.; Santarém, J. M.; Filho, W. J.; Meirelles, E. S.; Marucci, M. F. N. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. vol. 51. Num.1. supl. 51. 2001. p. 49-56.
- 3-Barbosa-Silva, M.C.; Barros, A.J.; Post, C.L.; Waitzberg, D.L.; Heymsfield, S.B. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? Nutrition. Vol.19. Num. 5. 2003. p. 422-426. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(02\)00932-2](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(02)00932-2).
- 4-Barbosa-Silva, M.C.; Barros, A.J.; Wang, J.; Heymsfield, S.B. Pierson, R.N. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. The American Journal of Clinical Nutrition. Vol.82.

Num. 1. 2005. p. 49-52.  
<https://doi.org/10.1093/ajcn/82.1.49>.

5-Bedogni, G.; Merlini, L.; Ballestrazzi, A.; Severi, S.; Battistini, N. Multifrequency bioelectric impedance measurements for predicting body water compartments in Duchenne muscular dystrophy. *Neuromuscular Disorders*. Vol.6. Num.1. 1996. p. 55-60. [https://doi.org/10.1016/0960-8966\(95\)00015-1](https://doi.org/10.1016/0960-8966(95)00015-1)

6-Bertoncello, T.; Almeida, P. B. L.; Ralo, J. M.; Silva, V. Comparação da composição corporal entre os métodos de dobras cutâneas e bioimpedância em jovens. *Lecturas: Educación Física y deportes*. Vol.16. Num. 163. 2011.

7-Britto, E.P.; Mesquita, E.T. Bioimpedância elétrica aplicada à insuficiência cardíaca. *Revista Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro (SOCERJ)*. Vol.21. Num. 3. 2008. p. 178-83.

8-Carvalho, A.B.R.; Neto, C.S.P. Composição corporal através dos métodos da pesagem hidrostática e impedância bioelétrica em estudantes universitários. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol.1. Num. 1.1999. p. 18-23. <https://doi.org/10.1590/%25x>

9-Cleary, J.; Daniells, S.; Okely, A.D.; Batterham, M.; Nicholls, J.; Predictive validity of four bioelectrical impedance equations in determining percent fat mass in overweight and obese children. *Journal of the American Dietetic Association*. Vol.108. Num. 1. 2008. p. 136-139. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2007.10.004>

10-Cocetti, M.; Castillo, S. D.; Filho, A. D. B. Dobras cutâneas e bioimpedância elétrica perna-perna na avaliação da composição corporal de crianças. *Revista de Nutrição*. Vol. 21. Num. 4. 2009. p. 527-530. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732009000400008>.

11-Eaton, S.B.; Eaton, S.B. Physical Inactivity, Obesity, and Type 2 Diabetes: An Evolutionary Perspective. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Vol. 88. Num. 1. 2017. p.1-8. <https://doi.org/10.1080/02701367.2016.1268519>.

12-Eickemberg, M.; Sampaio, L.R. Oliveira CC de Anna Karla Carneiro R. Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional. *Revista de Nutrição*. Vol.24. Num. 6. 2011. p. 873-82. doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732011000600009>.

13-Guedes, D.P. Procedimentos clínicos utilizados para análise da composição corporal. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol.15. Num.1. 2013. p. 113-29. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2013v15n1p113>.

14-Gupta, D.; Lammersfeld, C. A.; Vashi, P. G.; King, J.; Dahlk, S. L.; Grutsch, J. F.; Lis, C. G. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. *BMC cancer*. Vol. 8. 2008. p. 249. <https://doi.org/10.1186/1471-2407-8-249>.

15-Heyward, V.; Stolarczyk, L. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo. Manole. 2000.

16-Jambassi Filho, J.C.; Cyrino, E.S.; Gurjão, A.L.D.; Braz, I.A.; Gonçalves, R.; Gobbi, S. Estimativa da composição corporal e análise de concordância entre analisadores de impedância bioelétrica bipolar e tetrapolar. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol.16. Num. 1. 2010. p. 13-17. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922010000100002>

17-Kamimura, M.A.; Draibe, A.S.; Sigulen, D.M.; Cuppari, L. Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos à hemodiálise. *Revista de Nutrição*. Vol.17. Num. 1. 2004. p. 97-105. doi:10.1590/S1415-5273200400010001.

18-Kyle, U. G.; Bosaeus, I.; Lorenzo, A. D.; Deurenberg, P.; Elia, M.; Manuel Gómez, J.; Lilienthal Heitmann, B.; Kent-Smith, L.; Melchior, J. C.; Pirlich, M.; Scharfetter, H.; Schols, A.; Pichard, C.; ESPEN. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clinical nutrition*. Vol. 23. Num. 6. 2004. p. 1430-1453. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.09.012>.

19-Lee, S.Y.; Gallagher, D. Assessment methods in human body composition. *Current*

Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care. Vol.11. Num. 5. 2008. p. 566-72.

<https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32830b5f23>.

20-Martins, K. A.; Monego, E. T.; Paulinelli, R. R.; Freitas Júnior, R. Comparação de métodos de avaliação da gordura corporal total e sua distribuição. Revista Brasileira de Epidemiologia. Vol. 14. Num. 4. 2011. p. 677-687. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2011000400014>.

21-Mattsson, S.; Thomas, B.J. Development of methods for body composition studies. Physics in Medicine and Biology. Vol.51. Num.13. 2006. p. R203-R228. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/51/13/R13>.

22-Minderico, C.S.; Silva, A.M.; Keller, K.; Branco, T.L.; Martins, S.S.; Palmeira, A.L. e colaboradores. Usefulness of different techniques for measuring body composition changes during weight loss in overweight and obese women. British Journal of Nutrition. Vol.99. Num. 2. 2008. p. 432-441. <https://doi.org/10.1017/S0007114507815789>.

23-Minn, Y.K.; Suk, S.H. Higher skeletal muscle mass may protect against ischemic stroke in community-dwelling adults without stroke and dementia: The Present project. BMC Geriatrics. Vol.17. Num. 1. 2017. p. 45. <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0433-4>.

24-Moreira, O.C.; Alonso-Aubin, D.A.; Oliveira, C.E.P.; Candia-Luján, R.; de Paz, J.A. Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. Archivos de Medicina del Deporte. Vol. 32. Num. 6. 2015. p. 387-394.

25-Nunes, R. R.; Clemente, E. L. S.; Pandini, J. A.; Cobas, R. A.; Dias, V. M.; Sperandei, S.; Gomes, M. B. Confiabilidade da classificação do estado nutricional obtida através do IMC e três diferentes métodos de percentual de gordura corporal em pacientes com diabetes melito tipo1. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia. Vol. 53 Num. 3. 2009. p. 360-367. <https://doi.org/10.1590/S0004-27302009000300011>.

26-Olivoto, R. R. Pregas cutâneas x impedância bioelétrica: mensuração da composição corporal. Lecturas: Educación Física y deportes. Vol. 10. Num. 71. 2004.

27-Petreça, D. R. Comparação dos métodos de bioimpedância 'hand to hand' e equação de Faulkner para avaliação da composição corporal em jogadores de futebol brasileiros. Lecturas: Educación Física y deportes. Vol. 13. Num. 130. 2009.

28-Pietrobelli, A.; Andreoli, A.; Cervelli, V.; Carbonelli, M.G, Peroni DG, De Lorenzo A. Predicting fat-free mass in children using bioimpedance analysis. Acta Diabetologica. Vol.40. Supl. 1. 2003. p. S212-S215. <https://doi.org/10.1007/s00592-003-0069-z>.

29-Pirlich, M.; Schütz, T.; Ockenga, J.; Biering, H.; Gerl, H.; Schmidt, B.; Ertl, S.; Plauth, M.; Lochs, H. Improved assessment of body cell mass by segmental bioimpedance analysis in malnourished subjects and acromegaly. Clinical nutrition. Vol. 22. Num. 2. 2003. p. 167-174. <https://doi.org/10.1054/clnu.2002.0617>.

30-Rodrigues, M.N.; Silva, S.C.; Monteiro, W.D.; Farinatti, P.T.V. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 7. Num. 4. 2001. p. 125-131. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922001000400003>.

31-Rush, E.C.; Scragg, R.; Schaaf, D.; Juranovich, G. Indices of fatness and relationships with age, ethnicity and lipids in New Zealand European, Maori and Pacific children. European Journal of Clinical Nutrition. Vol. 63. Num. 5. 2009. p. 627-633. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2008.15>.

32-Sant'anna, M.S.L.; Priore, S.E.; Franceschini, S.C.C. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. Revista Paulista de Pediatria. Vol. 27. Num. 3. 2009. p. 315-321. <https://doi.org/10.1590/S0103-05822009000300013>.

33-Smith, M.R.; Fuchs, V.; Anderson, E.J.; Fallon, M.A.; Manola, J. Measurement of body fat by dual-energy X-ray absorptiometry and

bioimpedance analysis in men with prostate cancer. *Nutrition*. Vol. 18. Num. 7-8. 2002. p. 574-577. <https://doi.org/10.1016>.

34-Steiner, M.C.; Barton, R.L.; Singh, S.J.; Morgan, M.D. Bedside methods versus dual energy X-ray absorptiometry for body composition measurement in COPD. *European Respiratory Journal*. Vol. 19. Num. 4. 2002. p. 626-631. <https://doi.org/10.1183/09031936.02.00279602>

35-Sun, G.; French, C.R.; Martin, G.R.; Younghusband, B.; Green, R.C.; Xie, Y. G.; Mathews, M.; Barron, J. R.; Fitzpatrick, D. G.; Gulliver, W.; Zhang, H. Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *The American journal of clinical nutrition*. Vol. 81. Num. 1. 2005. p. 74-78. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.74>.

Recebido para publicação em 12/04/2022

Aceito em 05/06/2022