



Avaliação da Composição Corporal por Bioimpedanciometria-



AMB
Associação Médica Brasileira



Avaliação da Composição Corporal por Bioimpedanciometria

Autoria: Associação Brasileira de Nutrologia

Participantes:

Ribas DF, Daher S, Werutsky CA, Machado J, Mizumoto M,
Giorelli G, Magni JRT, Meyer F, Nahas RM, Buzzini RF, Bernardo WM.

Elaboração Final: 16 de dezembro de 2015

Sumário

Avaliação da Composição Corporal por Bioimpedanciometria.....	1
DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE COLETA DE EVIDÊNCIAS:	4
GRAU DE RECOMENDAÇÃO E FORÇA DE EVIDÊNCIA:.....	4
OBJETIVOS:	5
CONFLITO DE INTERESSE:.....	5
INTRODUÇÃO.....	6
QUAL TIPO DE EQUIPAMENTO É MAIS INDICADO PARA APLICAÇÃO EM PACIENTES A FIM DE AVALIAR A COMPOSIÇÃO CORPORAL? ...	8
Recomendação:	9
QUAIS SÃO OS CUIDADOS NA PREPARAÇÃO PARA O EXAME DE BIOIMPEDÂNCIA?	10
Recomendação:	11
HÁ VALIDAÇÃO PARA MÉTODO DA BIOIMPEDÂNCIA?.....	11
Recomendação:	12
QUAL A APLICAÇÃO CLÍNICA DA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL PELO MÉTODO DA BIOIMPEDÂNCIA?	12
Recomendação:	14
REFERÊNCIAS.....	15

DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE COLETA DE EVIDÊNCIAS:

Foi realizada uma pesquisa sobre o tema no *PubMed*, *SUMSEARCH*, utilizando os termos (*MeSH terms*) isolados ou agrupados estruturados na forma P.I.C.O (das iniciais “Paciente”, “Intervenção”, “Controle”, “Outcome”), nas seguintes sintaxes:

(Body composition [All Fields] OR bioelectrical impedance [All Fields]) AND multifrequency bioelectrical impedance [All Fields]

Em seguida foi feita a avaliação crítica do conteúdo dos artigos em língua inglesa, seguindo critérios de pertinência ao PICO assim como nível de evidencia de acordo com a tabela de Oxford Centre for Evidence Based Medicine¹(D)

GRAU DE RECOMENDAÇÃO E FORÇA DE EVIDÊNCIA:

- A: Estudos experimentais ou observacionais de melhor consistência.
- B: Estudos experimentais ou observacionais de menor consistência.
- C: Relatos de casos (estudos não controlados).
- D: Opinião desprovida de avaliação crítica, baseada em consensos, estudos fisiológicos ou modelos animais.

OBJETIVOS:

Verificar a eficácia da bioimpedância multifrequencial como método de análise da composição corporal e fornecer orientação sobre seu uso em pacientes, além de estabelecer condições específicas e limitações para o emprego da mesma.

CONFLITO DE INTERESSE:

Nenhum conflito de interesse foi declarado pelos participantes da elaboração desta diretriz.

INTRODUÇÃO

A utilização da *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) para avaliação da composição corporal é um procedimento simples e não invasivo, com resultados reprodutíveis e de rápida obtenção.

O método se baseia na condutividade elétrica da água corporal, sendo a resistência (R) proporcional à altura (comprimento do condutor) e inversamente proporcional à área da secção transversal desse condutor.

$$[\text{Resistência (R)} = \text{Queda de tensão (V)} / \text{Corrente (I)}]$$

Impedância (Z) é a grandeza resultante dos componentes resistivos (R) (características condutivas dos fluidos corporais) e dos componentes reativos (X_c) (membranas celulares agindo como capacitores) dependentes da frequência, em circuito elétrico de corrente alternada. Indica a oposição total que um circuito oferece ao fluxo de uma corrente elétrica.

$$\text{Impedância: } Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

$$\text{Reactância: } X_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

O ângulo de fase (PA) é calculado a partir da resistência (R) da água corporal e da reactância (Xc) das membranas celulares, e é independente da massa e tamanho corporais. Uma boa função das membranas celulares apresentam ângulo de fase elevado, ao contrário da apoptose celular que apresenta ângulo de fase diminuído.

Se conhecermos a estatura e medimos a impedância, determinamos o volume de água que é o condutor de eletricidade. Conhecendo a água corporal total (TBW), se estima a massa livre de gordura ($TBW/0,73$). Logo, o peso corporal menos a massa livre de gordura é igual à massa de gordura.

Então, quanto mais preciso for o método de avaliação da água corporal total, mais confiável será o valor obtido dos demais compartimentos corporais.

$$[TBW = ICW (\text{água intracelular}) + ECW (\text{água extracelular})]$$

A massa celular corporal (BCM) está associada à água intracelular ($ICW/0,70$). A massa de músculo esquelética é primariamente ICW e proteínas. A avaliação da massa celular corporal (BCM) por BIA-MF provê a referência básica para medir o consumo de oxigênio do trabalho muscular, o requerimento calórico e a taxa metabólica basal^{2,3}(**D**). Portanto, as alterações agudas na proteína corporal ocorrem principalmente no compartimento celular, sendo geralmente acompanhadas por alterações na água intracelular (ICW).

QUAL TIPO DE EQUIPAMENTO É MAIS INDICADO PARA APLICAÇÃO EM PACIENTES A FIM DE AVALIAR A COMPOSIÇÃO CORPORAL?

Os equipamentos de BIA que utilizam uma frequência (monofrequências), em geral 50 kHz, utilizam com 4 eletrodos adesivos divididos em mão-pé, onde o fluxo de corrente elétrica se dá pela água extracelular (ECW), extrapolando a água corporal total pela proporção ICW/ECW (3:2). Esses equipamentos monofrequências consideram o corpo como um único condutor de corrente elétrica, e dependem de equações para diferentes situações específicas como faixa etária⁴(B), adultos saudáveis⁵(B), mulheres com sobrepeso⁶(B), idosos⁷(B) e crianças⁸(B).

Os equipamentos multifrequências, aplicam na medição de impedância, correntes alternadas de diversas frequências, na faixa de 1KHz até 1000KHz. As frequências mais altas (>50 kHz) permitem o fluxo da corrente elétrica através da água intracelular (ICW), estimando com mais precisão a água corporal total (TBW)⁹⁻¹²(B)¹³⁻¹⁶(D). Mesmo possibilitando uma estimativa mais precisa, os equipamentos multifrequências com 4 eletrodos ainda requerem o uso de equações adequadas para grupos de indivíduos com características físicas similares. Essas equações são geralmente desenvolvidas pelos próprios fabricantes dos equipamentos, que não as divulgam¹³(D).

Os equipamentos multifrequências segmentares utilizam 8 eletrodos tácteis divididos em mãos-pés e consideram o corpo como

5 cilindros condutores de corrente elétrica. Permitem a avaliação de cada segmento corporal e com isso dispensam o uso de equações específicas, facilitando o uso geral sem tendências¹²(B)^{15,16}(D).

Esses equipamentos ou analisadores de composição corporal apresentam desde recursos simples (balança digital incorporada, impressão do resultado em folha A4, transferência de dados para o computador via *bluetooth*) aos equipamentos com técnicas mais aperfeiçoadas (instruções por voz para correta condução do exame, interfaces para expansões e conexões via *wi-fi*, código QR impresso no relatório para acessar a interpretação dos resultados). Conforme o modelo desses aparelhos multifrequenciais, as frequências podem variar entre 20 e 100 kHz ou 5, 50 e 250 kHz ou 5, 50 e 500 kHz ou, ainda, 1, 5, 50, 250, 500 e 1000 kHz, analisando a composição corporal em até 1 minuto¹⁷(D).

Recomendação:

O equipamento de bioimpedanciometria multifrequencial segmentar que utilizam 8 eletrodos são os mais indicados para avaliação da composição corporal, podendo ser considerados dentre os aparelhos, o mais preciso. Os demais aparelhos podem ser utilizados devendo ser avaliados de acordo com a resistência e a reactância informada conforme fabricante.

QUAIS SÃO OS CUIDADOS NA PREPARAÇÃO PARA O EXAME DE BIOIMPEDÂNCIA?

Por ser um exame sensível à presença do conteúdo de água corporal, a análise da composição corporal por bioimpedância deve seguir uma padronização do seu método, a fim de se minimizar os erros de mensuração. Para tanto, é recomendável a seguinte preparação para o exame¹⁷ (D):

- a) Certifique-se de que o teste seja realizado antes de se alimentar, media de 3 horas;
- b) Evitar substâncias diuréticas por 24 horas antes do exame, como: café, chás, mate ou mesmo medicamentos;
- c) Não consumir bebidas alcoólicas 24 horas antes;
- d) Urinar pelo menos 30 minutos antes do teste;
- e) Não praticar atividade física extenuante nas 24 horas que antecedem o exame;
- f) Permanecer por 5 a 10 minutos na posição em que o exame será realizado, procurando entrar em estado de repouso;
- g) Não conduzir o teste após o banho ou sauna (intervalo indicado de 12 horas de sauna ou massagem de drenagem linfática);
- h) Evitar proceder com o exame no período pré-menstrual até o término do fluxo menstrual;
- i) Realizar os testes em ambiente com temperatura entre 20 e 25°C.

Durante o exame, é proibido qualquer objeto metálico (anéis, cordões, pulseiras, relógios metálicos etc). Ao conduzir um novo teste com a mesma pessoa, certifique-se que seja conduzido em condições idênticas a anterior para garantir a precisão nos resultados (mesmo turno do dia, vestir mesmo tipo de roupa, etc).

Recomendação:

Todos os critérios que envolvam alteração relacionada à hidratação devem ser levados em consideração antes do início do exame de bioimpedância, dentre eles: uso de diuréticos, bebidas estimulantes, atividade física intensa, uso de sauna, período menstrual,

HÁ VALIDAÇÃO PARA MÉTODO DA BIOIMPEDÂNCIA?

A avaliação da composição corporal por bioimpedância é um método duplamente indireto, assim como a antropometria, baseado em métodos indiretos considerados padrões, como a absorciometria por dupla emissão de raios X ou DXA (*dual-energy X-ray absorptiometry*), a hidrometria (diluição de isótopos da água) e a pesagem hidrostática, por exemplo.

O DXA é o método indireto padrão mais utilizado como referência dos estudos de validação da análise da composição corporal

por bioimpedância multifrequencial (BIA-MF)¹⁸⁻²⁶(**B**). Estes estudos mostraram forte correlação da BIA-MF com o DXA.

O viés do DXA, considerado método padrão, são seus coeficientes de variação em precisar a massa magra (até +1.3%)²⁷(**B**), a massa de gordura (até +4.4%)²⁸(**B**) e o percentual de gordura (até +4%)²⁸(**B**), dependendo do sistema DXA e do tipo de emissão de raio-X, com diferenças médias tão altas quanto 8% entre os diferentes equipamentos²⁸(**B**).

A veracidade de DXA para a avaliação da composição corporal não foi testada em cadáveres humanos (método direto e “padrão-ouro”), embora estudos tenham sido realizados em cadáveres de animais como os porcos^{29, 30}(**B**).

Recomendação:

A avaliação da composição corporal por bioimpedância é um método duplamente indireto, sendo o método multifrequencial (BIA-MF) estando fortemente relacionado com o DXA.

QUAL A APLICAÇÃO CLÍNICA DA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL PELO MÉTODO DA BIOIMPEDÂNCIA?

A performance de atletas, na maioria das modalidades esportivas, depende da estatura, da massa magra (*FFM*) e da porcentagem de gordura (*%BF*)³¹(**B**). Devido a variações na hidratação da massa de gordura (*FM*) e de massa magra (*FFM*) em atletas,

modelos multicompartimentais como a BIA-MF são capazes de estimar com mais precisão a água corporal total e, como consequência, a *FM* e a *FFM* em atletas³²(**D**). A avaliação da massa magra por segmento corporal, especialmente a massa muscular, pode indicar desbalanço entre os membros superiores, ou entre os membros inferiores, ou ainda, entre membros superiores e inferiores que podem levar ao risco de lesão no esporte. O monitoramento da massa magra por segmento é útil nos períodos de destreino ou de recuperação de lesões de membros, além da biomecânica do gesto esportivo³³(**A**)³⁴⁻³⁶(**B**)³⁷(**C**)³⁸(**D**).

Em modalidades esportivas dependentes do peso, os programas de certificação pré-competição utilizam a BIA-MF para estimar o grau de hidratação dos atletas, porque guarda uma boa correlação com a gravidade específica da urina, com a vantagem de fornecer resultados em menos de um minuto³⁹(**B**).

Em idosos, alterações da estatura com a idade, além de massa de gordura e da massa magra segmentares podem ser acessadas pela BIA-MF, para a prevenção de quedas pelo desbalanço da massa muscular entre membros superiores e inferiores⁴⁰⁻⁴²(**B**)⁴³(**C**).

Em pessoas com sobrepeso e obesas, as variações de peso corporal superiores a 3 kg podem acometer a massa magra, e é um indicador de periodicidade da avaliação por BIA-MF⁴⁴(**B**). A água extracelular é prevalentemente maior do que a água intracelular nas pessoas com diferentes graus de obesidade, comparativamente com pessoas de peso “normal”. A medida que perdem peso, altera a razão entre os compartimentos extra e intracelulares (*ECW:ICW*), com proporcional alteração da resistividade da água corporal total (*TBW*)⁴⁵(**B**)⁴⁶(**C**)^{47,48}(**D**).

Recomendação:

Equipamentos dos modelos multicompartimentais como a BIA-MF são indicados para estimar a água corporal total, massa livre de gordura e massa gorda em atletas, sendo ainda indicada por detalhar o segmento corporal indicando desbalanço muscular e risco de lesão.

Em idosos auxilia na mensuração segmentada de massa de gordura e da massa magra. Em pacientes com excesso de peso auxilia na identificação de alteração ponderal de massa livre de gordura ou massa gorda, sendo indicada a BIA-MF pela redução do viés de água extracelular e intracelular.

REFERÊNCIAS

1. Levels of Evidence and Grades of Recommendations - Oxford Centre for Evidence Based Medicine.
2. Shizgel HM. Nutritional assessment with body composition measurements by multiple isotope dilution. *Infusiontherapie*. 1990;17(Suppl. 3):9-17.
3. Kraemer M. A new model for the determination of fluid status and body composition from bioimpedance measurements. *Physiol Meas*. 2006;27(9):901-919.
4. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition* 2001;17: 248-53.
5. Kotler DP, Burastero S, Wang J, Pierson Jr RN. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. *Am J Clin Nutr* 1996;64:489S-497S.
6. Jakicic JM, Wing RR, Lang W. Bioelectrical impedance analysis to assess body composition in obese adult women: the effect of ethnicity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998;22:243-9.
7. Roubenoff R, Baumgartner RN, Harris TB, Dallal GE, Hannan MT, Economos CD, et al. Application of bioelectrical impedance analysis to elderly populations. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997;52:M129-36.
8. Schaefer F, Georgi M, Zieger A, Schärer K. Usefulness of bioelectric impedance and skinfold measurements in predicting fat-free mass derived from total body potassium in children. *Pediatr Res* 1994;35:617-24.
9. Bedogni G et al. Accuracy of an eight-point tactile-electrode impedance method in the assessment of total body water. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2002; 56: 1143-1148.
10. Cha K et al. Multifrequency bioelectrical impedance estimates the distribution of body water. *J Appl Physiol*. 1995;79(4):1316-1319.
11. Sartorio A et al. Body water distribution in severe obesity and its assessment from eight-polar bioelectrical impedance analysis. *Eur J Clin Nutr*. 2005;59(2):155-60.
12. Bosy-Westphal A et al. What makes a BIA equation unique? Validity of eight-electrode multifrequency BIA to estimate body

composition in a healthy adult population. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:S14-S21.

13. Kyle UG et al. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition.* 2004;23:1226–1243.
14. Das SK. Body composition measurement in severe obesity. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 2005, 8:602–606
15. Jaffrin MY, Morel H. Body fluid volumes measurements by impedance: A review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods. *Med Eng Phys.* 2008 Dec;30(10):1257-69.
16. Ward LC. Segmental bioelectrical impedance analysis: an update. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2012;15:424 – 429.
17. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, et al. Bioelectrical impedance analysis – part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr* 2004;23:1430-53.
18. Ling CHY et al. Accuracy of Direct Segmental Multi-Frequency Bioimpedance Analysis in the Assessment of Total Body and Segmental Body Composition in Middle-Aged Adult Population. *Clinical Nutrition.* 2011;30(5):610-615.
19. Barreira TV, Staiano AE, Katzmarzyk PT. Validity assessment of a portable bioimpedance scale to estimate body fat percentage in white and African-American children and adolescents. *Pediatr Obes.* 2013;8(2):e29-32.
20. Fürstenberg A, Davenport A. Assessment of Body Composition in Peritoneal Dialysis Patients Using Bioelectrical Impedance and Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *Am J Nephrol.* 2011;33:150-156.
21. Schafer KJ et al. Validity of segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes. *Nutrition.* 2009;25:25-32.
22. Buckinx F et al. Concordance between muscle mass assessed by BIA and DEXA *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2015;16(60):1-7.
23. Malavolti M et al. Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus DEXA for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21–82 years. *Annals of Human Biology.* 2013;30(4):380-391.
24. Medici G et al. Accuracy of eight-polar bioelectrical impedance analysis for the assessment of total and appendicular body composition in peritoneal dialysis patients. *Eur J Clin Nutr.* 2005;59(8):932-937.

25. Gibson AL et al. Ability of new octapolar bioimpedance spectroscopy analyzers to predict 4 component model percentage body fat in Hispanic, black, and white adults. *Am J Clin Nutr.*2008;87:332-338.
26. Anderson LJ, Erceg DN, Schroeder ET. Utility of multifrequency bioelectrical impedance compared with dual-energy x-ray absorptiometry for assessment of total and regional body composition varies between men and women. *Nutr Res.* 2012;32(7):479-85.
27. Cordero-MacIntyre ZR, Peters W, Libanati CR et al. Reproducibility of DXA in obese women. *J Clin Densitom* 2002;5:35-44.
28. Tothill P, Avenell A, Love J, Reid DM. Comparisons between Hologic, Lunar and Norland dual-energy X-ray absorptiometers and other techniques used for whole-body soft tissue measurements. *Eur J Clin Nutr* 1994;48:781-794.
29. Picaud JC, Rigo J, Nyamugabo K, Milet J, Senterre J. Evaluation of dual-energy X-ray absorptiometry for body-composition assessment in piglets and term human neonates. *Am J Clin Nutr* 1996;63:157-163.
30. Pintauro SJ, Nagy TR, Duthie CM, Goran MI. Cross-calibration of fat and lean measurements by dual-energy X-ray absorptiometry to pig carcass analysis in the pediatric body weight range. *Am J Clin Nutr* 1996;63:293-298.
31. Gualdi RE et al. Skinfolds and body composition of sports participants. *J Sports Med Phys Fitness.* 1992;32(3):303-13.
32. Moon JR. Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:554-559.
33. Schrama PP et al. Intraexaminer reliability of hand-held dynamometry in the upper extremity: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014;95(12):2444-69.
34. Esco MR et al. Comparison of total and segmental body composition using DXA and multifrequency bioimpedance in collegiate female athletes. *J Strength Cond Res.* 2015;29(4):918-25.
35. Yamada Y et al. Whole-body and segmental muscle volume are associated with ball velocity in high school baseball pitchers. *Open Access Journal of Sports Medicine* 2013;4 89-95.
36. Hart NH et al. Segmental Musculoskeletal Examinations using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): Positioning and Analysis Considerations. *J Sports Sci Med.* 2015;14(3):620-6
37. Alizadehkhayat O et al. Muscle strength and its relationship with skeletal muscle mass indices as determined by segmental bio-impedance analysis. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(1):177-85.

38. Douis H, Gillett M, James SL. Imaging in the diagnosis, prognostication, and management of lower limb muscle injury. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2011;15(1):27-41.
39. Utter AC et al. The validity of multifrequency bioelectrical impedance measures to detect changes in the hydration status of wrestlers during acute dehydration and rehydration. *J Strength Cond Res.* 2012;26(1):9-15.
40. Kim M, Kim H. Accuracy of segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis for assessing whole-body and appendicular fat mass and lean soft tissue mass in frail women aged 75 years and older. *Eur J Clin Nutr.* 2013 Apr;67(4):395-400.
41. Tanimoto Y, Watanabe M, Sun W et al. Association of sarcopenia with functional decline in community-dwelling elderly subjects in Japan. *Geriatr Gerontol Int* 2013; 13: 958- 963.
42. Ling CH et al. Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clin Nutr.* 2011;30(5):610-5.
43. Safer U et al. Is segmental bioelectrical impedance analysis a valid tool to assess muscle mass in the elderly? *Geriatr Gerontol Int.* 2013;13(4):1085-6.
44. Kyle UG et al. Longitudinal study of body composition changes associated with weight change and physical activity. *Nutrition.* 2006; 22:1103-1111.
45. Faria SL et al. Validation study of multi-frequency bioelectrical impedance with dual-energy X-ray absorptiometry among obese patients. *Obes Surg.* 2014;24(9):1476-80.
46. Matthie JR. Second generation mixture theory equation for estimating intracellular water using bioimpedance spectroscopy. *J Appl Physiol.* 2005;99(2):780-781..
47. Das SK. Body composition measurement in severe obesity *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 2005, 8:602-606.
48. Matthie JR. Bioimpedance measurements of human body composition: critical analysis and outlook. *Exp Rev Med Devices.* 2008;5(2):239-261.