

ARTIGO ORIGINAL

Gordura corporal estimada por equações baseadas em parâmetros antropométricos correlaciona-se com a bioimpedância elétrica em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica

Body fat estimated by equations based on anthropometric parameters correlates with bioelectrical impedance in patients undergoing bariatric surgery

Amanda Motta de Bortoli^a; Beatriz Bobbio de Brito^b; Luís Lucas Vasconcelos Neves^c; Ricardo Lucio de Almeida^d; Leandro dos Santos^e; Valério Garrone Barauna^e; Fabiano Kenji Haraguchi^{a,b}



^aPrograma de Pós-graduação em Nutrição e Saúde, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, Brasil;

^bDepartamento de Educação Integrada em Saúde, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, Brasil;

^cUnidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada – PB, Brasil;

^dCentro de Estudos e Pesquisas de Plantas Mediciniais, Universidade Federal do Vale de São Francisco, Petrolina, PB, Brasil;

^ePrograma de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, Brasil.

Autor correspondente
amandamb15@gmail.com

Manuscrito recebido: maio 2021
Manuscrito aceito: dezembro 2021
Versão online: outubro 2022

Resumo

Introdução: equações preditivas que estimam o percentual de gordura baseadas em parâmetros antropométricos simples são de fácil utilização na prática clínica.

Objetivo: avaliar a relação entre equações preditivas baseadas em parâmetros antropométricos e a bioimpedância elétrica para estimar a gordura corporal de indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica.

Método: estudo prospectivo e longitudinal, realizado com indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica. Peso corporal, índice de massa corporal, circunferência da cintura e o percentual de gordura corporal estimado por parâmetros antropométricos e pela bioimpedância foram avaliados em três momentos, 1 mês antes, no 2º e 6º meses após a cirurgia. Os dados foram analisados pela ANOVA de uma via para medidas repetidas com post hoc de Holm-Sidak ou teste de Friedman com post hoc de Tukey, e correlações de Pearson ou Spearman, de acordo com a distribuição dos dados. Nível de significância adotado 5%.

Resultados: participaram do estudo 25 pacientes. Todos os parâmetros antropométricos reduziram significativamente ao longo dos momentos ($p < 0.001$). Com exceção da equação de Lean e colaboradores antes da cirurgia, o percentual de gordura estimado pelas demais fórmulas apresentaram forte correlação com a bioimpedância em todos os momentos, com a maior força de correlação observada na equação de Gómez-Ambrosi e colaboradores.

Conclusão: no presente estudo, as equações utilizadas apresentaram boa correlação com a bioimpedância, sendo a equação de Gómez-Ambrosi a melhor alternativa ao uso da bioimpedância para avaliar as alterações da gordura corporal de pacientes submetidos a cirurgia bariátrica para o tratamento da obesidade grave.

Palavras-chave: obesidade, composição corporal, impedância elétrica, antropometria.

Suggested citation: Bortoli AM, Brito BB, Neves LLV, Almeida RL, Santos L, Barauna VG, Haraguchi FK. Body fat estimated by equations based on anthropometric parameters correlates with bioelectrical impedance in patients undergoing bariatric surgery. *J Hum Growth Dev.* 2022; 32(3):185-192. DOI: <http://doi.org/10.36311/jhgd.v32.13776>

Síntese dos autores

Por que este estudo foi feito?

Indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica podem apresentar importantes alterações de composição corporal, ressaltando a importância de métodos simples e de baixo custo para a avaliação do percentual de gordura corporal. A bioimpedância elétrica é um método que estima o percentual de gordura corporal, no entanto depende de fatores de controle como alimentação, nível de hidratação, ciclo menstrual, temperatura ambiente, e ainda, o custo elevado de equipamentos que poderiam inviabilizar o seu uso em grupos maiores ou mesmo na prática clínica.

Nesse contexto, a proposta do presente estudo foi avaliar a relação entre equações preditivas baseadas em parâmetros antropométricos, de fácil utilização e baixo custo, com a bioimpedância elétrica para estimar a gordura corporal de indivíduos submetidos à CB.

O que os pesquisadores fizeram e encontraram?

Neste trabalho, avaliamos a correlação entre a gordura corporal estimada por equações baseadas em parâmetros antropométricos simples, como peso, índice de massa corporal e circunferência da cintura e a gordura estimada pela bioimpedância elétrica em pacientes com obesidade grave, submetidos à cirurgia bariátrica.

A gordura corporal estimada pelas fórmulas apresentou forte correlação com a bioimpedância antes e após a cirurgia, com a maior força de correlação observada na equação de Gómez-Ambrosi e colaboradores.

O que essas descobertas significam?

Os achados do presente estudo sugerem que a equação de Gómez-Ambrosi e colaboradores possa ser a melhor alternativa ao uso da bioimpedância para avaliar as alterações da gordura corporal durante o acompanhamento de indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica.

INTRODUÇÃO

A obesidade é uma condição crônica caracterizada pelo acúmulo anormal ou excessivo de gordura corporal, responsável pelo comprometimento da saúde de indivíduos¹⁻³. A cirurgia bariátrica (CB) é considerada uma importante estratégia para o tratamento da obesidade grave refratária⁴. No entanto, durante os primeiros seis meses após a CB, período da fase rápida de perda de peso, os indivíduos submetidos à CB podem apresentar importantes alterações de composição corporal^{5,6}. Nesse contexto, partindo de uma perspectiva clínica e de saúde pública, a utilização de métodos simples, e de baixo custo são de grande relevância para a avaliação do percentual de gordura corporal (%GC) desses indivíduos⁷.

A bioimpedância elétrica (BIA) é um método que estima o %GC de forma não invasiva, segura e rápida, que consiste na aplicação de uma corrente elétrica de baixa frequência pelo corpo do avaliado, e baseia-se no fato de que os tecidos corporais oferecem diferentes oposições (impedância) à passagem da corrente elétrica⁸⁻¹⁰. Estudos demonstram a precisão da BIA como método para determinação do %GC quando comparada com métodos considerados padrão-ouro, como a pesagem hidrostática e a densitometria por emissão de raios x de dupla energia (DXA)^{11,12}. Porém, a BIA tem a desvantagem de depender de fatores de controle como alimentação, nível de hidratação, ciclo menstrual, temperatura ambiente, entre outros, que possibilitam os erros de medição¹³. Além disso, o custo por avaliação é relativamente maior que aqueles baseados em parâmetros antropométricos, o que inviabilizaria seu uso em grupos maiores ou mesmo na prática clínica.

Como ferramenta alternativa, as equações preditivas do %GC baseadas na antropometria são de fácil utilização e baixo custo. Dentre essas, as equações desenvolvidas por Deurenberg *et al.*¹⁴, Lean *et al.*¹⁵ e Gómez-Ambrosi *et al.*¹⁶ utilizam as variáveis altura, peso, índice de massa corporal (IMC), idade e sexo, parâmetros simples para serem avaliados. A equação desenvolvida por Woolcott & Bergman¹⁷ utiliza apenas as variáveis sexo, circunferência de cintura (CC) e altura.

As equações propostas por Woolcott & Bergman¹⁷, Gómez-Ambrosi *et al.*¹⁶ e Deurenberg *et al.*¹⁴ foram

desenvolvidas a partir de uma amostra significativa de indivíduos (12.581, 6.123 e 1.229 participantes, respectivamente). Embora a maioria dos participantes avaliados eram eutróficos, as amostras também foram compostas por indivíduos com excesso de peso, e que apresentaram uma ampla variação no %GC¹⁴⁻¹⁷. Além disso, todas as fórmulas foram comparadas com métodos considerados referência na análise de composição corporal, como a pesagem hidrostática^{15,16}, DXA¹⁷ e pletismografia¹⁶. Contudo, estudos que avaliam a relação do %GC estimado por essas fórmulas com a BIA durante a perda de gordura corporal induzida pela CB são menos conhecidos.

Com base nessas informações, o presente estudo teve por objetivo avaliar a relação entre as equações preditivas baseadas em parâmetros antropométricos e a BIA para estimar a gordura corporal de indivíduos submetidos à CB.

MATERIAL E MÉTODO

Amostra e delineamento do estudo

Estudo longitudinal e prospectivo, realizado com indivíduos adultos, de ambos os sexos, inscritos no Programa de Cirurgia Bariátrica e Metabólica do Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes (HUCAM), Espírito Santo, Brasil. A amostra foi selecionada por conveniência, de acordo com os critérios para realização do Bypass gástrico em Y de Roux: idade entre 18-60 anos, IMC > 40kg/m² ou >35Kg/m² com comorbidades associadas. Foram excluídas as gestantes, indivíduos com marca-passo e portadores de estruturas metálicas e/ou próteses de silicone¹⁸. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital (CAAE nº 59075722.7.0000.5071), e os participantes da pesquisa consentiram a participação através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Todos os procedimentos foram realizados de acordo com o código de ética da Associação Médica Mundial (Declaração de Helsinque).

Os participantes foram avaliados em três momentos: cerca de 1 mês antes (T0), no 2º (T1) e 6º meses (T2) após a cirurgia. A avaliação antropométrica e a BIA foram realizadas durante as consultas de acompanhamento clínico do programa.

Parâmetros antropométricos

O peso corporal foi mensurado em balança antropométrica, com capacidade de 300 kg e precisão de 0,05Kg; a altura foi medida com auxílio de um estadiômetro de parede, com graduação de 0,1cm. O IMC foi calculado através da fórmula: peso corporal (kg)/altura² (m). A circunferência da cintura (CC) foi aferida em centímetros, sobre a cicatriz umbilical.

Bioimpedância elétrica

A avaliação da gordura corporal pela BIA foi realizada em equipamento tetrapolar, marca Biodynamics®,

modelo 450, seguindo as recomendações da European Society of Clinical Nutrition and Metabolism¹⁸. A massa livre de gordura foi calculada usando-se a fórmula para pessoas com obesidade, proposta por Segal *et al.*⁹, e a massa gorda foi calculada por diferença do peso corporal total, e expresso em porcentual.

Equações preditivas

Foram utilizadas as seguintes equações preditivas: Woolcott & Bergman¹⁷, Deurenberg *et al.*¹⁴, Lean *et al.*¹⁵ e Gómez – Ambrosi *et al.*¹⁶. As equações para o cálculo do %GC estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Equações preditivas do percentual de gordura corporal utilizadas no estudo

Referência	Sexo	Equação
Woolcott & Bergman (2018)	M	%GC = 64-(20 x altura/CC)
	F	%GC = 76-(20 x altura/CC)
Deurenberg <i>et al.</i> (1991)	M	%GC = 1.2 x IMC + 0.23 x (idade) – (10.8 x 1) -5.4
	F	%GC = 1.2 x IMC + 0.23 (idade) - (10,8 x 0) - 5.4
Lean <i>et al.</i> (1996)	M	%GC = (1.33 x IMC) + (0.236 x idade) -20.2
	F	%GC = (1.21 x IMC) + (0.262 x idade) - 6.7
Gómez-Ambrosi <i>et al.</i> (2012)	M	%GC = -44.988 + (0.503 x idade) + (10.689 x 0) + (3.172 x IMC) - (0.026 x IMC ²) + (0.181 x IMC.0) - (0.02 x IMC x idade) - (0.005 x IMC ² x 0) + (0.00021 x IMC ² x idade)
	F	%GC = -44.988 + (0.503 x idade) + (10.689 x 1) + (3.172 x IMC) - (0.026 x IMC ²) + (0.181 x IMC x 1) - (0.02 x IMC x idade) - (0.005 x IMC ² x 1) + (0.00021 x IMC ² x idade)

F: feminino; M: masculino; CC: circunferência da cintura; IMC: índice de massa corporal; GC: gordura corporal.

Análise estatística

Os dados foram analisados pelo teste de normalidade de Shapiro Wilk, e posteriormente pela ANOVA de uma via para medidas repetidas com post hoc de Holm-Sidak ou teste de Friedman com post hoc de Tukey, de acordo com a distribuição dos dados. As correlações entre os dados obtidos pela BIA e pelas equações em cada momento foram avaliadas por meio da correlação de Pearson ou Spearman, de acordo com a distribuição dos dados, e classificadas em: fraca (0,30 a 0,50); moderada (0,50 a 0,70); forte (0,70 a 0,90); muito forte (>0,90)¹⁹. Foi utilizado o software Statistical Package for the Social Sciences - SPSS, versão 22.0. O nível de significância adotado foi de 5% (p < 0.05).

RESULTADOS

Participaram do estudo 25 indivíduos que compareceram as três avaliações previstas. Foi observada predominância de indivíduos do sexo feminino (75%). Os participantes apresentaram, em média, idade de 41.2 ± 7.8 anos e altura de 162.0 ± 8.7cm. As avaliações ocorreram

em aproximadamente 24.0 ± 20.5 dias antes (T0), 72.0 ± 19.5 (T1) e 189.0 ± 12.2 (T2) dias após a CB. Os valores de peso corporal, IMC, CC, e %GC estimados pela BIA e pelas equações de Woolcott & Bergman¹⁷ e Gómez-Ambrosi *et al.*¹⁶ apresentaram distribuição normal, enquanto que os valores de %GC estimados pela equação de Deurenberg *et al.*¹⁴ e Lean *et al.*¹⁵ apresentaram distribuição não normal.

A tabela 2 mostra as alterações nos parâmetros antropométricos ao longo dos momentos. O peso, IMC e CC reduziram significativamente em todos os momentos (p<0.05). A tabela 3 mostra o %GC estimado pela BIA e equações preditivas utilizadas. O %GC estimado pela BIA e pela equação de Gómez-Ambrosi *et al.*¹⁶ reduziu significativamente em T1 e manteve-se em T2 (p<0.05). O %GC estimado pela equação de Woolcott & Bergman¹⁷ reduziu significativamente apenas em T2 (p<0.05), enquanto que o %GC estimado pelas equações de Deurenberg *et al.*¹⁴ e Lean *et al.*¹⁵ diferiu significativamente em todos os momentos (p<0.05).

Tabela 2: Parâmetros antropométricos avaliados nos diferentes momentos

Parâmetro	T0	T1	T2	p valor
Peso (kg)	110,2 (98,5 - 126,7) ^a	93,6 (83,0 - 108,1) ^b	80,7 (71,9 - 92,5) ^c	<0,001
IMC (kg/m ²)	43,3 (39,2 - 48,0) ^a	35,2 (32,5 - 41,2) ^b	31,6 (28,5 - 34,9) ^c	<0,001
CC (cm)	119 (111,0 - 128,1) ^a	106,5 (103,7 - 120,3) ^b	96,9 (86,7 - 106,4) ^c	<0,001

IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura. N = 25. T0: 24,0 ± 20,5 dias antes da cirurgia; T1: 72,0 ± 19,5 dias após a cirurgia; T2: 189,0 ± 12,2 dias após a cirurgia. Valores expressos como mediana (intervalo interquartil) e analisados pelo teste de Friedman e post hoc de Tukey.

Tabela 3: Percentual de gordura corporal estimado pela BIA e equações preditivas nos diferentes momentos

Método	T0	T1	T2	P valor
BIA (%)*	47,9 (44,6 - 49,5) ^a	43,9 (39,8 - 46,0) ^b	39,6 (35,9 - 43,3) ^b	<0,001
Woolcott & Bergman (2018) (%)*	47,4 (44,0 - 50,4) ^a	44,8 (40,6 - 48,1) ^a	39,5 (36,2 - 44,7) ^b	<0,001
Deurenberg et al. (1991) (%)**	54,32 ± 7,35 ^a	45,97 ± 7,24 ^b	40,4 ± 6,94 ^c	<0,001
Lean et al. (1996) (%)**	55,11 ± 7,48 ^a	46,51 ± 7,39 ^b	40,8 ± 7,1 ^c	<0,001
Gómez-Ambrosi et al. (2012) (%)*	52,5 (49,7 - 55,0) ^a	46,3 (43,6 - 50,6) ^b	42,2 (37,9 - 46,2) ^b	<0,001

BIA: bioimpedância elétrica. N=25. T0: 24,0 ± 20,5 dias antes da cirurgia; T1: 72,0 ± 19,5 dias após a cirurgia; T2: 189,0 ± 12,2 dias após a cirurgia. *Valores expressos como mediana (intervalo interquartil) e analisados pelo teste de Friedman e post hoc de Tukey. **Valores expressos como média ± desvio Padrão e analisados pelo teste ANOVA para medidas repetidas e post hoc de Holm-Sidak. Letras diferentes na mesma linha representam valores significativamente diferentes entre os momentos (p<0,05).

As correlações entre os valores de %GC estimados pela BIA e equações preditivas estão apresentadas nas Figuras 1–3. Antes da cirurgia (figura 1), o %GC estimado pela equação de Gómez–Ambrosi *et al.*¹⁶ apresentou maior força de correlação com a BIA (r=0.9198; p<0.001), seguido das equações de Woolcott & Bergman¹⁷ (r=0.8215; p<0.001), Deurenberg *et al.*¹⁴ (r=0.7792; p<0.001) e Lean *et al.*¹⁵ (r=0.6949; p<0.001), resultado que

permaneceu cerca de dois meses após a CB (figura 2). A equação de Gómez–Ambrosi *et al.*¹⁶ continuou a apresentar maior força de correlação com os valores da BIA cerca de seis meses após a CB (r = 0,9294; p<0.001) (figura 3), seguida das equações de Deurenberg *et al.*¹⁴, Lean *et al.*¹⁵ e Woolcott & Bergman¹⁷. Em todos os momentos, a equação de Gómez–Ambrosi *et al.*¹⁶ apresentou correlação muito forte com a BIA.

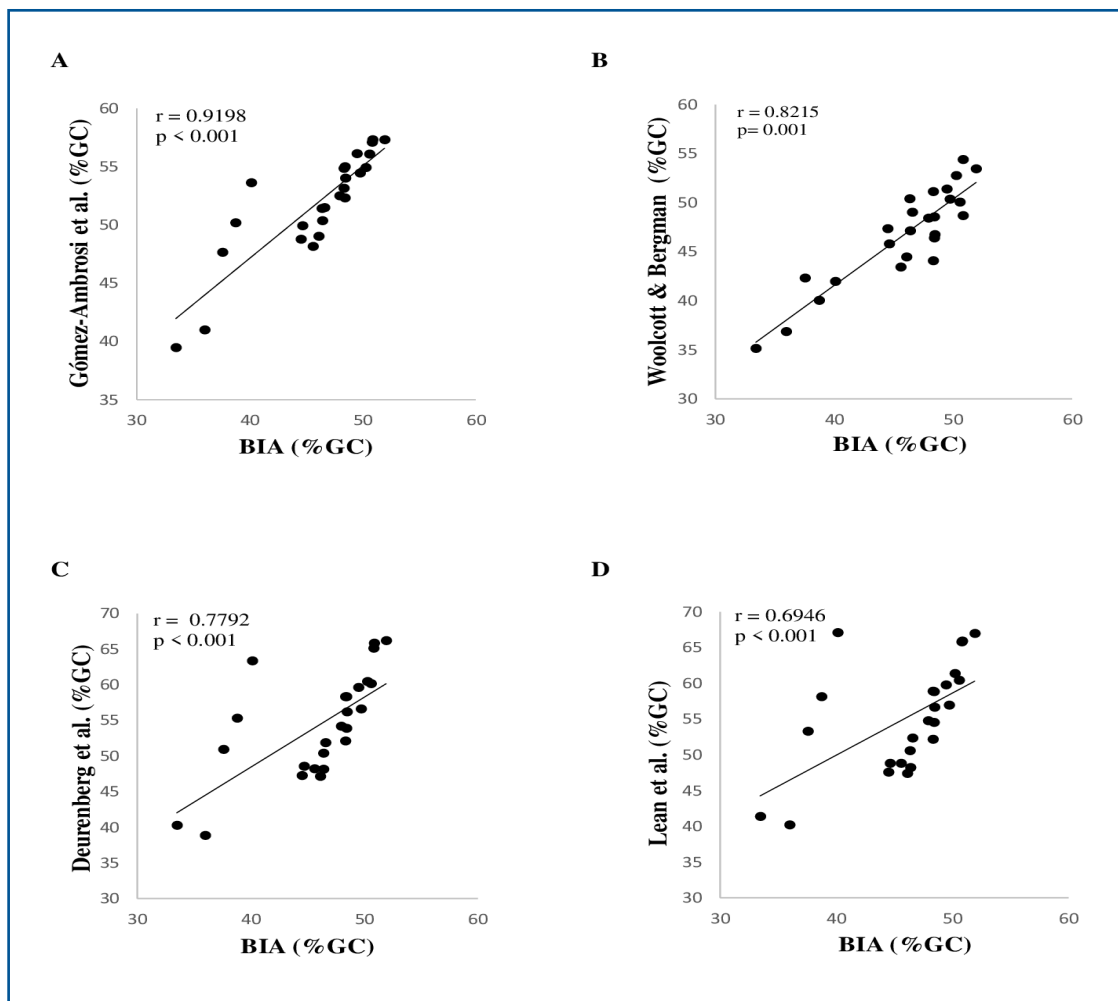


Figura 1: Correlação entre o percentual de gordura corporal (%GC) estimado pela bioimpedância elétrica (BIA) e fórmulas preditivas (A) Gómez-Ambrosi et al., (B) Woolcott & Bergman, (C) Deurenberg et al. e (D) Lean et al. em T0, 24,0 ± 20,5 dias antes da cirurgia

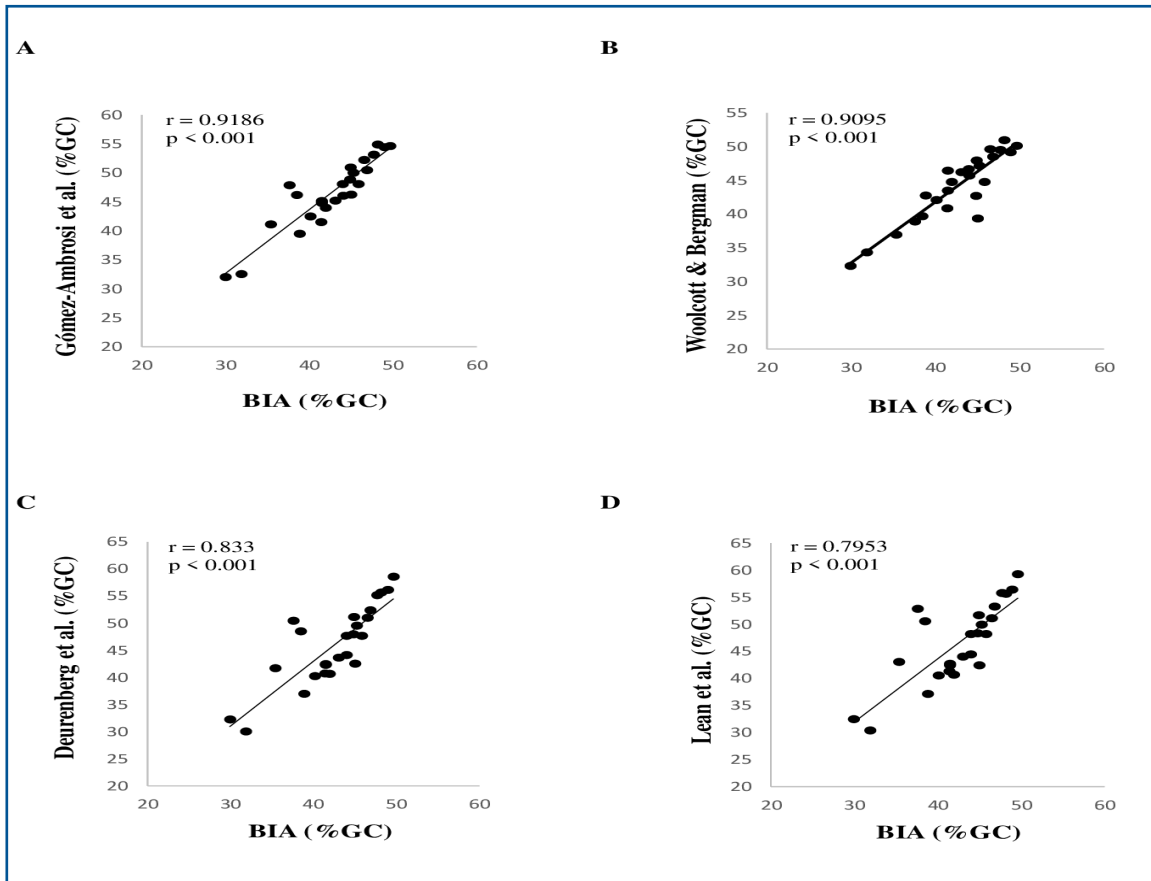


Figura 2: Correlação entre o percentual de gordura corporal (%GC) estimado pela bioimpedância elétrica (BIA) e fórmulas preditivas (A) Gómez-Ambrosi *et al.*, (B) Woolcott & Bergman, (C) Deurenberg *et al.* e (D) Lean *et al.* em T1, 72.0 ± 19.5 após a cirurgia

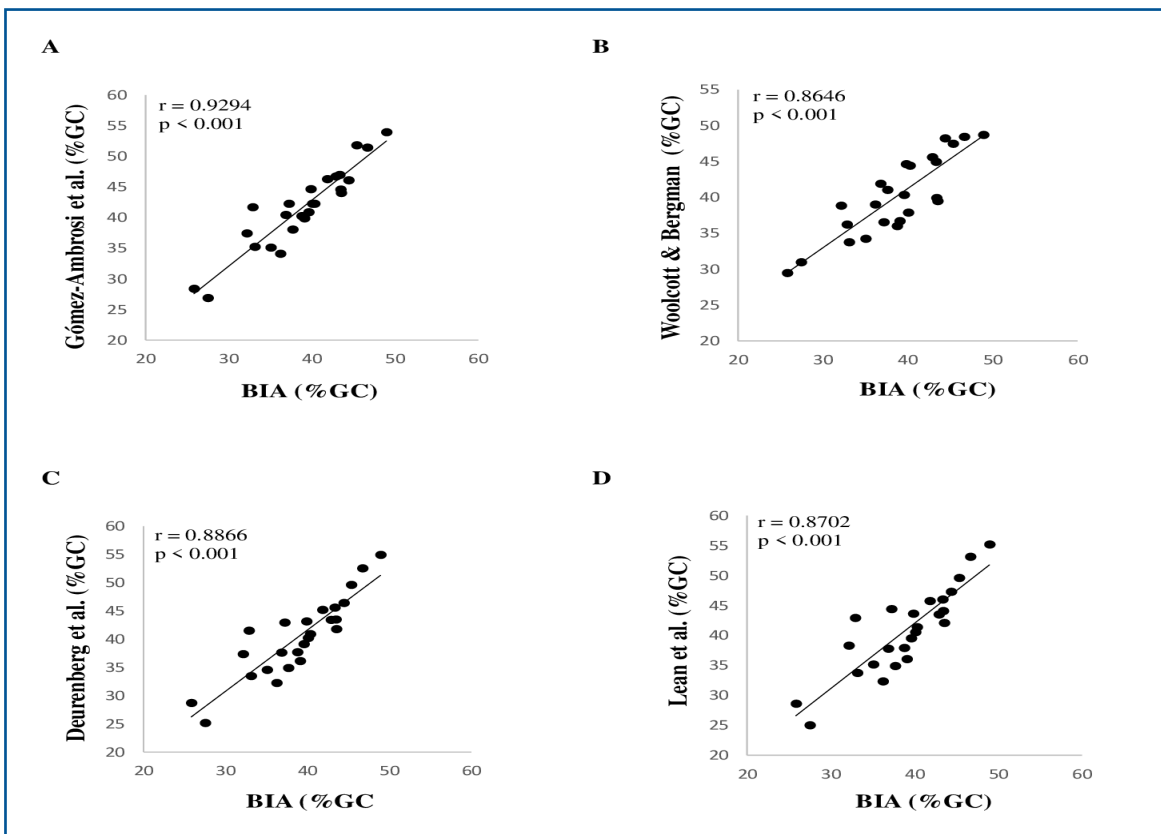


Figura 3: Correlação entre o percentual de gordura corporal (%GC) estimado pela bioimpedância elétrica (BIA) e fórmulas preditivas (A) Gómez-Ambrosi *et al.*, (B) Woolcott & Bergman, (C) Deurenberg *et al.* e (D) Lean *et al.* em T2, 189.0 ± 12.2 (T2) dias após a cirurgia

DISCUSSÃO

No presente estudo, com exceção da equação de Lean *et al.*¹⁵ antes da CB, todas as fórmulas apresentaram forte correlação com a BIA, sendo que os valores obtidos pela equação de Gómez-Ambrosi *et al.*¹⁶ apresentaram a maior força de correlação nos três momentos avaliados.

As equações preditivas usadas no presente estudo utilizam dados antropométricos simples e de fácil coleta, sendo úteis para o uso na prática clínica, sem a necessidade de equipamentos sofisticados, e em casos nos quais as medidas de dobras cutâneas são mais difíceis, como em indivíduos com obesidade grave²⁰. Essas equações foram desenvolvidas e validadas através de amostras com grande número de indivíduos com ampla faixa etária, e comparadas com métodos de referências como a plestismografia¹⁶, pesagem hidrostática^{14,15} e DXA¹⁷.

Os altos valores de correlação observados entre a equação de Gómez-Ambrosi *et al.*¹⁶ e a BIA, antes e após a CB, corroboram com outros estudos realizados com uso de diferentes métodos de referência, como DXA e plestismografia^{12,13}. A equação de Gómez-Ambrosi *et al.*¹⁶, também descrita como CUN-BAE (Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator), foi desenvolvida com a finalidade de aumentar a precisão na estimativa de gordura corporal. A fórmula foi derivada de dados de 6.123 participantes com IMC médio 31,6 kg/m², ampla faixa etária (18-80 anos) e adiposidade (2,1 – 69,6%). Ademais, Gómez-Ambrosi *et al.*¹⁶ incluíram indivíduos com IMC elevado (máximo de 72.8 kg/m²), enquanto que Deurenberg *et al.*¹⁴ e Lean *et al.*¹⁵ utilizaram de indivíduos com IMC máximo de 40,9 kg/m² e 41,2kg/m², respectivamente. Além disso, a amostra utilizada por Gómez-Ambrosi *et al.*¹⁶ foi composta majoritariamente por mulheres (68%), semelhantemente ao presente estudo. Esses fatores, podem em parte, explicar as maiores forças de correlação encontradas entre a fórmula de Gómez-Ambrosi *et al.*¹⁶ e a BIA.

A equação proposta por Woolcott & Bergman¹⁷ foi desenvolvida a partir da avaliação de 6.320 homens e 6.261 mulheres, com percentual médio de gordura corporal total estimado de 28 e 40%, respectivamente. No presente estudo, apesar do %GC estimado por esta fórmula ter apresentado maior similaridade numérica com o %GC estimado pela BIA, a força da correlação desta fórmula com os valores de BIA foi maior após a CB, momentos em que os participantes apresentavam %GC menor e mais semelhante ao perfil dos 12.581 indivíduos avaliados pelos referidos autores, sugerindo que, conforme o %GC diminui, há uma tendência no aumento da precisão da fórmula, também conhecida como Relative Fat Mas. Guzmán-León e colaboradores²¹ também encontraram forte correlação entre o %GC estimado pela Relative Fat Mass com a DXA em 61 jovens mexicanos eutróficos. Entretanto, o excesso de gordura abdominal pode dificultar a aferição da CC em indivíduos com obesidade mórbida, o que poderia interferir na estimativa da composição corporal.

De forma semelhante, notou-se um aumento na força de correlação entre a equação de Deurenberg *et al.*¹⁴ e a BIA após a CB, especialmente após seis meses, momento no qual os participantes apresentaram menores valores de IMC. Em estudo anterior, Martins e colaboradores¹³ observaram uma forte correlação entre os valores de %GC

estimados pela equação de Deurenberg *et al.*¹⁴ com dados obtidos pela DXA em indivíduos com obesidade grau I. Os menores valores de correlação apresentados pela equação de Deurenberg *et al.*¹⁴ com a BIA nos momentos em que os indivíduos apresentavam %GC mais elevado pode também estar em parte, relacionado com a ampla variação na faixa etária da população na qual essa equação foi validada, que foi entre 7 a 83 anos de idade¹⁴. No entanto, os resultados do presente estudo corroboram com os resultados do estudo de Lopes e colaboradores¹¹, que avaliaram %GC pela BIA em 27 jovens com obesidade, e observaram uma discrepância nos valores estimados pela equação de Deurenberg *et al.*¹⁴.

Em relação a equação de Lean *et al.*¹⁵, observou-se maiores diferenças em relação a BIA para estimar o %GC em indivíduos com elevado grau de adiposidade (antes da CB), sugerindo que a equação de Lean *et al.*¹⁵ possa ser mais indicada para indivíduos eutróficos ou com sobrepeso, como observado por Silveira *et al.*²² que compararam diferentes fórmulas com a DXA, e observaram que a melhor concordância em homens com sobrepeso foi com a equação proposta por Lean *et al.*¹⁵.

A redução nas medidas antropométricas ao longo dos momentos reforça o papel da CB no tratamento da obesidade mórbida, assim como observado em outros estudos²³⁻²⁵. Como consequência das alterações de composição corporal, a redução da adiposidade promovida pela CB resulta em mudanças significativas no estado inflamatório associado à obesidade, com melhora no estado de saúde geral dos indivíduos^{26,27}.

A utilização de equações baseadas em parâmetros antropométricos simples, de fácil mensuração, pode ser vantajosa na avaliação de grupos populacionais maiores, ou mesmo nas consultas de acompanhamento de pacientes bariátricos, uma vez que não necessita de equipamentos sofisticados e não dependem das medidas de dobras cutâneas, que podem ser impraticáveis em indivíduos com obesidade mórbida. Entretanto, algumas limitações devem ser mencionadas: as avaliações foram realizadas nas consultas de acompanhamento, o que dificultou de ocorrerem nos momentos planejados. Além disso, as desistências dos participantes ao longo do estudo contribuíram, em parte, para a reduzida amostra.

CONCLUSÃO

Em vista dos resultados obtidos, conclui-se que todas as equações utilizadas mostraram forte correlação com a BIA, com exceção de Lean *et al.*¹⁵ antes da CB. A equação de Gómez-Ambrosi *et al.*¹⁶ apresentou as maiores forças de correlação com a BIA nos três momentos avaliados, sendo, no presente estudo, a melhor alternativa ao uso da BIA para avaliar as alterações do %GC durante o acompanhamento de pacientes submetidos a CB para o tratamento da obesidade grave.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), e ao Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes (HUCAM).

Financiamento

Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), Edital 04/2022 - PROAPEM 2022, processo 2022-41989.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Contribuição dos autores

Desenho do estudo: Haraguchi FK; Coleta, análise e interpretação dos dados: Bortoli AM, Brito BB, Neves LLV, Almeida RL, Santos L, Barauna VG; Redação do manuscrito: Bortoli AM, Brito BB, Neves LLV, Almeida RL, Santos L, Barauna VG e Haraguchi FK; Revisão e aprovação do manuscrito para submissão: Bortoli AM, Brito BB, Neves LLV, Almeida RL, Santos L, Barauna VG e Haraguchi FK.

REFERÊNCIAS

1. Lin X, Li H. Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021; 12, 706978.
2. Farias ES, Moreira KFA, Santos JP, Gemelli IFB, Costa GM, Souza OF. Overweight and obesity: prevalence in children and adolescents in Northern Brazil. *J. Hum. Growth Dev.* 2020; 30(2): 266-273.
3. Camargo JSAA, Zamarchi TBO, Balieiro AAS, Pessoa FAC, Camargo LMA. Prevalence of obesity, high blood pressure, dyslipidemia and their associated factors in children and adolescents in a municipality in the Brazilian Amazon region. *J. Hum. Growth Dev.* 2021; 31(1): 37-46.
4. Castanha CR, Ferraz AAB, Castanha AR, Belo GQMB, Lacerda RMR, Vilar L. Avaliação da qualidade de vida, perda de peso e comorbidades de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica. *Rev. Col. Bras. Cir.* 2018; 45(3).
5. Carey DG, Pliego GJ, Raymond RL, Skau KB. Body composition and metabolic changes following bariatric surgery: effects on fat mass, lean mass and basal metabolic rate. *Obes Surg.* 2006; 16(4): 469-477.
6. Nicoletti CF, Camelo JS Jr, dos Santos JE, Marchini JS, Salgado W Jr, Nonino CB. Bioelectrical impedance vector analysis in obese women before and after bariatric surgery: changes in body composition. *Nutrition.* 2014; 30(5): 569-574.
7. Shannon CA, Brown JR, Del Pozzi AT. Comparison of Body Composition Prediction Equations with Air Displacement Plethysmography in Overweight and Obese Caucasian Males. *Int J Exerc Sci.* 2019; 12(4): 1034-1044.
8. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr.* 1985; 41(4): 810-817.
9. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr.* 1988; 47(1): 7-14.
10. Feferbaun R, Leone C, Nogueira RC, Cavalcanti PN, Cardoso EB, Serra MA. A 10-month anthropometric and bioimpedance evaluation of a nutritional education program for 7 - to 14-year-old students. *J. Hum. Growth Dev.* 2012; 22(3): 283-290.
11. Lopes WA, Leite N, Silva LR, Consentino CLM, Coutinho P, Radominski RB, et al. Comparação de três equações para predição da gordura corporal por bioimpedância em jovens obesas. *Rev Bras Med Esporte* 2015; 21(4): 266-270.
12. Rodrigues MN, Silva SC, Monteiro WD, Farinatti PTV. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. *Rev Bras Med Esporte* 2001; 7(4): 125-131.
13. Martins GQ, Matheus SC, Santos DL, Both DR, Farinha JB, Martins MS. Comparação de equações antropométricas para estimativa da gordura corporal em indivíduos com excesso de peso. *Nutr Clín Diet Hosp.* 2015; 35(3): 27-33.
14. Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr.* 1991; 65(2): 105-114.
15. Lean ME, Han TS, Deurenberg P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr.* 1996; 63(1): 4-14.
16. Gómez-Ambrosi J, Silva C, Catalán V, Rodríguez A, Galofré JC, Escalada J. et al. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. *Diabetes Care.* 2012; 35(2): 383-388.
17. Woolcott O, Bergman RN. Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage – A cross-sectional study in American adult individuals: *Sci Rep* 2018; 8(1): 1-11.
18. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr.* 2004; 23(6): 1430–53.

19. Mukaka MM. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J.* 2012; 24(3): 69-71.
20. Duren DL, Sherwood RJ, Czerwinski SA, Lee M, Choh AC, Siervogel RM. et al. Body composition methods: comparisons and interpretation. *J Diabetes Sci Technol.* 2008; 2(6): 1139-1146.
21. Guzmán-León AE, Velarde AG, Vidal-Salas M, Urquijo-Ruiz LG, Caraveo-Gutiérrez LA, Valencia ME. External validation of the relative fat mass (RFM) index in adults from north-west Mexico using different reference methods. *PLoS One.* 2019; 14(12): e0226767.
22. Silveira EA, Barbosa LS, Noll M, Pinheiro HA, de Oliveira C. Body fat percentage prediction in older adults: Agreement between anthropometric equations and DXA. *Clin Nutr.* 2021; 40(4): 2091-2099.
23. Koehler KB, Moraes RAG, Rodrigues JB, Portela BSM, Miguel GPS, Pedrosa RG. et al. Bioimpedance phase angle is associated with serum transthyretin but not with prognostic inflammatory and nutritional index during follow-up of women submitted to bariatric surgery. *Clin Nutr ESPEN.* 2019; 33: 183-187.
24. Teixeira GPH, Moraes RA, Miguel GPS, Pedrosa RG, Haraguchi FK. Atherogenic index of plasma is reduced during follow-up among Roux-in-Y gastric bypass patients. *Rev. chil. nutr.* 2021; 48(5): 768-774.
25. Manoel R, Venâncio FA, Miguel GPS, Haraguchi FK, Pedrosa RG. A Higher Phase Angle Is Associated with Greater Metabolic Equivalents in Women 1 Year After Bariatric Surgery. *Obes Surg.* 2022; 32(6): 2003-2009.
26. Liu Y, Jin J, Chen Y, Chen C, Chen Z, Xu L. Integrative analyses of biomarkers and pathways for adipose tissue after bariatric surgery. *Adipocyte.* 2020; 9(1): 384-400.
27. Arterburn DE, Telem DA, Kushner RF, Courcoulas AP. Benefits and Risks of Bariatric Surgery in Adults: A Review. *JAMA.* 2020; 324(9): 879-887.

Abstract

Introduction: predictive equations to estimate body fat based on simple anthropometric parameters are easy to use in the clinical practice.

Objective: to evaluate the relationship between predictive equations based on anthropometric parameters and bioelectrical impedance to estimate body fat in individuals undergoing bariatric surgery.

Methods: a prospective and longitudinal study carried out with individuals undergoing bariatric surgery. Body weight, body mass index, waist circumference and body fat percentage estimated by anthropometric parameters and by impedance were evaluated at three moments, one month before, two and six months after surgery. Data were analyzed by one-way ANOVA for repeated measures with Holm-Sidak's post hoc or Friedman test with Tukey's post hoc, and Pearson or Spearman correlations, according to data distribution. Significance level adopted 5%.

Results: twenty-five subjects composed the final sample. All anthropometric parameters reduced significantly over time ($p < 0.001$). Except for Lean et al equation before surgery, the body fat percentage estimated by other formulas showed a strong correlation with impedance in all moments, with the highest correlation strength observed in Gómez-Ambrosi et al. equation.

Conclusion: in the present study, the equations used showed a good correlation with bioelectrical impedance, and the Gómez-Ambrosi *et al.* equation as a better option to the use of bioimpedance to assess changes in body fat percentage of patients undergoing bariatric surgery for the treatment of severe obesity.

Keywords: obesity, body composition, electric impedance, anthropometry

©The authors (2022), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.