

Wilson Aparecido Tonelli Neto

ASSOCIAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE FASE DE CORPO INTEIRO E DE
MEMBROS INFERIORES E CONDIÇÕES CLÍNICAS DA COMPOSIÇÃO
CORPORAL EM MULHERES IDOSAS

Presidente Prudente
2025



Wilson Aparecido Tonelli Neto

ASSOCIAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE FASE DE CORPO INTEIRO E DE
MEMBROS INFERIORES E CONDIÇÕES CLÍNICAS DA COMPOSIÇÃO
CORPORAL EM MULHERES IDOSAS

Trabalho apresentado à disciplina Orientação do Trabalho de Conclusão do Curso de Educação Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Câmpus Presidente Prudente, como requisito parcial de avaliação final.

Orientadora: Prof. (a) Dr^a. Vanessa Ribeiro dos Santos
Coorientador: Luís Alberto Gobbo

T664a

Tonelli Neto, Wilson Aparecido

Associação entre ângulo de fase de corpo inteiro e de membros inferiores e condições clínicas da composição corporal em mulheres idosas / Wilson Aparecido Tonelli Neto. -- Presidente Prudente, 2025

29 p. : tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientadora: Vanessa Ribeiro dos Santos

Coorientador: Luís Alberto Gobbo

1. Bioimpedância. 2. Composição Corporal. 3. Envelhecimento. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

RESUMO

Este estudo investigou a associação do ângulo de fase, um parâmetro bruto da análise de bioimpedância elétrica (BIA) de corpo inteiro (CI) e de membros inferiores (MMI) com condições clínicas relacionadas à composição corporal em mulheres idosas. Trata-se de um estudo transversal com 161 mulheres idosas com idade igual ou superior a 60 anos. As medições de BIA-CI e BIA-MMI foram utilizadas para avaliar resistência (R), reatância (X_c) e ângulo de fase (AngF), juntamente com a análise da composição corporal realizada por meio da absorciometria por dupla emissão de raios-X (DEXA). O teste do qui-quadrado foi utilizado para analisar a associação entre as medições da BIA, considerando valores altos e baixos de AngF de CI e MMI, e as condições clínicas de composição corporal (sarcopenia, osteoporose, obesidade, osteosarcopenia, obesidade osteopênica e obesidade osteosarcopênica). Análises de regressão logística foram conduzidas para verificar as associações entre AngF (CI e MMI) e as condições clínicas de composição corporal. Os resultados revelaram que valores baixos de AngF-CI ($<5,30$ graus) e AngF-MMI ($<5,37$ graus) estiveram significativamente associados à obesidade osteopênica e osteopenia/osteoporose no fêmur proximal, respectivamente. A análise de regressão logística múltipla confirmou que AngF reduzido é um preditor robusto de risco para obesidade osteopênica e osteopenia/osteoporose no fêmur proximal, independente das variáveis de confusão. Em conclusão, o AngF de CI e de MMI estão associados a obesidade osteopênica e a osteopenia/osteoporose no fêmur proximal, respectivamente. Esses achados ressaltam a relevância clínica do AngF como um marcador não invasivo para identificação de alterações na composição corporal relacionadas ao envelhecimento. Além disso, a BIA-CI, complementada pela BIA-MMI, fornece uma estrutura mais abrangente para avaliação da composição corporal e predição de riscos à saúde em mulheres idosas. Este estudo reforça a importância de integrar a BIA, incluindo análises segmentares, nas avaliações rotineiras de saúde, visando melhorar a detecção precoce e estratégias de intervenção, promovendo melhores desfechos em saúde para a população idosa. Recomenda-se a realização de estudos longitudinais futuros para consolidação desses achados.

Palavras-chave: Ângulo de fase, Análise de Bioimpedância Elétrica, Osteoporose, Obesidade, Sarcopenia.

Abstract

This study investigated the association of whole-body (WB) and lower limbs (LL) phase angle (PhA) from bioelectrical impedance analysis (BIA) with body composition clinical conditions in older women. A cross-sectional design was employed, involving 161 older women aged 60 years or older. The BIA-WB and BIA-LL measurements were used to evaluate resistance (R), reactance (Xc), and PhA, alongside body composition assessments via dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). The chi-square test was used to analyze the association between BIA measurements, considering high and low PhA values of WB and LL, and clinical conditions of body composition (sarcopenia, osteoporosis, obesity, osteosarcopenia osteopenic obesity and osteosarcopenic obesity). Logistic regression analyses were conducted to examine associations between PhA (WB and LL) and body composition clinical conditions. The results revealed that low PhA-WB (<5.30 degrees) and PhA-LL (<5.37 degrees) values were significantly associated with osteopenic obesity and osteopenia/osteoporosis in the proximal femur, respectively. Multiple logistic regression analysis confirmed that reduced PhA is a robust predictor of risk for osteopenic obesity and osteopenia/osteoporosis in the proximal femur, independent of confounding variables. In conclusion, PhA-WB and PhA-LL are associated with osteopenic obesity and osteopenia/osteoporosis in the proximal femur, respectively. These findings highlight the clinical relevance of PhA as a noninvasive marker for identifying age-related changes in body composition. Furthermore, BIA-WB, complemented by BIA-LL, provides a more comprehensive framework for assessing body composition and predicting health risks in older women. This study reinforces the importance of integrating BIA, including segmental analyses, into routine health assessments to improve early detection and intervention strategies, promoting better health outcomes for the older population. Future longitudinal studies are recommended to consolidate these findings.

Key-words: Phase angle, Bioelectrical impedance Analysis, Osteoporosis, Obesity, Sarcopenia.

SUMÁRIO

RESUMO	2
INTRODUÇÃO	5
MÉTODOS	7
RESULTADOS	11
DISCUSSÃO	23
CONCLUSÃO	26
AGRADECIMENTOS	27
REFERÊNCIAS	28

A avaliação por meio da análise de bioimpedância elétrica (BIA) tem apresentado uma evolução significativa ao longo dos anos. Inicialmente, o foco principal da BIA estava na avaliação da composição corporal, permitindo a medição não invasiva da massa de gordura e da massa magra. Com os avanços tecnológicos, estudos mais recentes expandiram o escopo da BIA para incluir a análise de parâmetros mais detalhados, como o ângulo de fase (AngF), a resistência (R) e a reatância (Xc) (Piccoli et al., 1994; Buffa et al., 2013). Esses parâmetros brutos fornecem uma visão mais complexa e precisa do estado fisiológico dos indivíduos, ampliando as aplicações da BIA para além da simples medição da composição corporal.

A validade do uso do AngF, assim como dos parâmetros R e Xc da BIA, tem sido amplamente reconhecida no monitoramento de condições clínicas, especialmente em populações idosas (Bellido et al., 2023; Guner et al., 2023). A BIA tem se mostrado eficiente na detecção de condições clínicas relacionadas à composição corporal, como a sarcopenia (Zeng et al., 2024), caracterizada pela redução significativa da massa muscular, da força e da função (EWGSOP 2019 – Cruz-Jentoft et al., 2019); a osteopenia/osteoporose, marcada pela diminuição da massa óssea (WHO, 2003); e a obesidade, definida pelo excesso de gordura corporal (WHO, 2024). A menopausa agrava a prevalência dessas condições em mulheres idosas, tornando o monitoramento preciso essencial para uma intervenção precoce e eficaz (Keen; Reddivari, 2024; Charde; Joshi; Raut, 2023). Dessa forma, a BIA se apresenta como uma ferramenta valiosa para o acompanhamento da saúde dessa população, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade de vida.

Atualmente, as propostas de avaliação por BIA têm se concentrado no uso de formas localizadas (Nescolarde et al., 2023; Nescolarde et al., 2024) ou segmentares (Codognotto et al., 2008; Mereu et al., 2018; Doan et al., 2022), que envolvem a colocação de eletrodos em pontos anatômicos específicos de interesse dos pesquisadores. Essa abordagem permite uma análise detalhada de regiões corporais específicas, fornecendo informações mais direcionadas para as condições clínicas em estudo. A BIA de membros inferiores (BIA-MMI), por exemplo, tem apresentado resultados promissores na avaliação de variáveis locais diretamente relacionadas a patologias específicas (Pinheiro et al., 2023; Kubo et al., 2024).

Particularmente, a análise da BIA-MMI tem ganhado destaque, uma vez que os membros inferiores são as regiões corporais mais afetadas por alterações musculoesqueléticas associadas ao envelhecimento (Cruz-Jentoft et al., 2019). A redução do tecido muscular é mais pronunciada nos grandes grupos musculares dos membros inferiores, assim como os prejuízos

à densidade mineral óssea (DMO), especialmente no fêmur (Padilla-Colón et al., 2018; Batista et al., 2012). Essas alterações são comuns em casos de osteopenia e osteoporose, condições frequentemente avaliadas em idosos. A aplicação da BIA-MMI pode oferecer dados cruciais para a predição dessas condições.

Entretanto, existe uma lacuna na literatura no que diz respeito a estudos que investigaram a associação entre a BIA-MMI e condições clínicas relacionadas à composição corporal em idosos. Assim, torna-se necessário investigar a associação de ambas as medidas (corpo inteiro e MMI), com essas condições clínicas de composição corporal em mulheres idosas e verificar se a BIA-MMI é a mais adequada para indicar alterações anormais na composição corporal nesse grupo. Analisar a associação entre esses valores e condições como osteoporose, sarcopenia e obesidade proporcionará uma compreensão mais abrangente e precisa das mudanças fisiológicas em mulheres idosas. Este estudo contribuirá para o aprimoramento das metodologias de avaliação e intervenção, promovendo a saúde e o bem-estar dessa população.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar a associação entre $AngF$ de corpo inteiro e de membros inferiores e condições clínicas relacionadas à composição corporal em mulheres idosas.

MÉTODOS

Desenho do estudo e participantes

Trata-se de um estudo transversal realizado na cidade de Presidente Prudente, Brasil, localizada na região oeste do estado de São Paulo. Mulheres idosas com idade igual ou superior a 60 anos foram convidadas a participar da pesquisa e informadas sobre os objetivos e a metodologia utilizada para a coleta de dados. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Tecnologia e Ciências (FCT) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus Presidente Prudente (CAAE: 70333222.3.0000.5402).

Os critérios de inclusão foram: i) ser do sexo feminino; ii) ter idade igual ou superior a 60 anos; iii) comparecer ao laboratório para avaliações; iv) assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Como critérios de exclusão, foram considerados: i) residir em instituição de longa permanência; ii) estar acamado; iii) possuir doença que pudesse alterar a dinâmica da redução da massa muscular, como câncer, HIV/AIDS, tuberculose e doença renal crônica.

O convite para participação foi feito por meio de divulgação em locais do município com alta concentração de mulheres idosas (praças, academias de saúde, centros comunitários e outros projetos sociais voltados para a população idosa). As avaliações foram agendadas por meio de ligações telefônicas. Por fim, a coleta de dados foi realizada nos laboratórios LIVE (Laboratório de Investigação em Exercício) e LABSIM (Laboratório de Avaliação Musculoesquelética), do Departamento de Educação Física da FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP.

Um total de 269 mulheres idosas elegíveis para participar do estudo foram avaliadas por Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia (DEXA) e BIA-CI, das quais 165 também foram avaliadas por BIA-MMI. Destas, 4 apresentavam dados ausentes, e um total de 161 participantes foram incluídas nas análises.

Composição Corporal

A estimativa da composição corporal foi realizada utilizando um aparelho de Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia (DEXA), Prodigy GE Healthcare, que utiliza um modelo tricompartmental (massa de gordura corporal, conteúdo mineral e tecido mole magro). Essa técnica permitiu a estimativa dos componentes da composição corporal total e por segmento corporal. O tecido mole magro apendicular (ALST) foi medido para o diagnóstico de sarcopenia, com o índice ALST (ALSTi, em kg/m²) calculado a partir da razão entre ALST em kg e altura em metros quadrados. Baixa massa muscular foi definida como valores abaixo do percentil 25 (5,88 Kg/m²). Além disso, a DEXA foi utilizada para analisar a DMO (total, fêmur

proximal total e coluna lombar) para identificar a presença de osteopenia e osteoporose, e os exames foram realizados seguindo as recomendações do fabricante. A presença de osteopenia ou osteoporose foi identificada como valores de T-score entre -1,0 e -2,5 para osteopenia e abaixo de -2,5 para osteoporose (WHO, 2003).

Antropometria

Foram coletadas medidas de peso corporal e altura. O peso corporal foi aferido utilizando uma balança eletrônica antropométrica Filizola® (São Paulo, SP, Brasil), com capacidade máxima de 180 kg e precisão de 0,1 kg. A altura foi aferida utilizando um estadiômetro fixo Sanny®, modelo Standard (São Bernardo do Campo, SP, Brasil), com precisão de 0,1 cm e extensão de 2,20 m. Os valores obtidos para peso e altura foram utilizados para o cálculo do índice de massa corporal (IMC, em kg/m²) a partir da razão entre o peso em kg e a altura em metros quadrados.

Circunferência da cintura

A circunferência da cintura (CC) foi medida no ponto médio entre a borda inferior da última costela e a borda superior da crista ilíaca (o osso do quadril). A classificação da CC foi realizada de acordo com os valores sugeridos pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 1995). As mulheres idosas que apresentaram valores iguais ou superiores a 88 cm foram consideradas com obesidade abdominal.

Força de preensão manual

A força de preensão manual foi medida utilizando um dinamômetro digital da marca Camry, modelo EH101 (Guangdong, China). O teste foi realizado três vezes, com os indivíduos sentados em uma cadeira sem apoio para os braços, com o ombro levemente aduzido, o cotovelo do braço dominante flexionado a 90° e o antebraço e o punho em posição neutra. Os idosos foram instruídos a pressionar o dinamômetro com a maior força possível, três vezes, com intervalo de um minuto entre cada tentativa (ASHT, 1981), e a maior medida foi considerada. As idosas que atingiram valores inferiores a P25 (20 Kg. f) foram classificadas com baixa força de preensão manual.

Condições clínicas de composição corporal

Para sarcopenia, foram considerados: i) baixa força de preensão manual e baixa massa muscular (Cruz-Jentoft et al., 2019). Para obesidade: i) alta circunferência da cintura (≥ 88 cm).

Osteoporose: i) osteopenia ou osteoporose. Obesidade osteopênica: i) alta circunferência da cintura e ii) osteopenia ou osteoporose. Osteosarcopenia: i) sarcopenia e ii) osteopenia ou osteoporose. Obesidade osteosarcopênica: i) alta circunferência da cintura, ii) sarcopenia e iii) osteopenia ou osteoporose (ILICH et al., 2014).

Ângulo de fase (AngF)

A análise de bioimpedância elétrica foi utilizada para obter os valores de resistência (R) e reatância (Xc), utilizando um dispositivo tetrapolar na frequência de 50 kHz (BIA Analyzer, The Nutritional Solutions Corporation, Harrisville, MI, EUA). O AngF foi calculado a partir do arco tangente $(Xc/R) \times 180^\circ/\pi$ dos membros superiores e inferiores, hemicorpos direito e esquerdo e tronco. Antes da avaliação da BIA, os participantes foram instruídos a remover todos os objetos contendo metal e usar o mínimo de roupas, bem como a urinar 30 minutos antes do teste, abster-se de comer e beber qualquer líquido quatro horas antes, evitar atividade física vigorosa pelo menos 24 horas antes e abster-se de álcool ou bebidas com cafeína por pelo menos 48 horas.

Para BIA-CI e BIA-MMI, os eletrodos foram posicionados, par a par, de acordo com as descrições anatômicas abaixo. As fontes de tensão e corrente do analisador de bioimpedância elétrica foram aplicadas aos eletrodos proximal e distal, respectivamente.

Corpo inteiro: os eletrodos proximais foram posicionados na proeminência pisiforme do punho direito e entre o maléolo medial lateral do tornozelo direito, e os eletrodos distais foram posicionados com o ponto central do eletrodo a 5 cm do ponto central do respectivo eletrodo proximal.

Membros inferiores BIA-MMI: os eletrodos foram posicionados conforme descrito para o tornozelo direito (proximal) e a 5 cm do proximal (distal), e no membro oposto, conforme descrito para o membro direito.

Variáveis de controle

Informações sobre raça (caucasiano, afrodescendente, asiático), nível educacional (número de anos estudados), quedas nos últimos 12 meses (sim ou não), estado civil (solteira, casada, viúva, divorciada), tabagismo (sim ou não), exercício físico (sim ou não), doença cardíaca (sim ou não), osteoartrite do quadril (sim ou não), artrite reumatoide (sim ou não), hipertensão (sim ou não), diabetes (sim ou não) e dislipidemia (sim ou não) da população do estudo foram obtidas por meio de entrevista autorreferida.

Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para analisar a distribuição dos dados. As informações sobre tendência central e dispersão dos dados foram apresentadas como média e desvio padrão. O teste t de Student para amostras independentes foi utilizado para comparar as variáveis analisadas de acordo com os diferentes grupos de BIA de corpo inteiro e BIA-MMI. Além disso, o teste qui-quadrado foi utilizado para analisar a associação entre variáveis sociodemográficas e doenças e condições clínicas da composição. Por fim, todas as associações envolvendo condições clínicas de composição corporal com $p < 0,10$ foram inseridas na análise de regressão logística entre condições clínicas de composição corporal e AngF (BIA-CI e BIA-MMI). Os modelos foram realizados em comparações brutas e ajustados pelas variáveis de confusão. Os cálculos estatísticos foram realizados usando o software SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL), versão 29.0, e o nível de significância foi estabelecido em 5%.

Resultados

A Tabela 1 apresenta as características descritivas das 161 mulheres idosas envolvidas no estudo. As participantes com maiores valores de AngF eram mais jovens em ambos os grupos (BIA-CI e BIA-MMI). Ambas as medidas de BIA (CI e MMI) mostraram diferenças significativas entre os grupos de alto e baixo AngF para variáveis ósseas na região do fêmur proximal. Menores valores de BMD do corpo inteiro foram observados em participantes com menores valores de AngF no grupo BIA-CI. Assim, os valores de BIA-CI e MMI-BIA mostraram padrões consistentes na identificação de menor densidade óssea em indivíduos com menor AngF.

Tabela 1. Características descritivas da amostra (valores em média e desvio padrão).

Variáveis	n = 161	n = 127	n = 34	p *	n = 121	n = 40	p #
	Amostra total	BIA-CI AngF ≥ P25	BIA-CI AngF < P25		BIA-MMI AngF ≥ P25	BIA-MMI AngF < P25	
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP		Média ± DP	Média ± DP	
Idade (anos)	68,81 ± 5,87	68,31 ± 5,45	70,68 ± 7,00	0,036	67,75 ± 5,11	71,75 ± 7,02	<0,001
Idade menopausa (anos)	48,39 ± 4,88	48,57 ± 4,54	47,71 ± 6,01	0,358	48,46 ± 4,71	48,10 ± 5,38	0,683
Nº de quedas	0,49 ± 0,85	0,43 ± 0,74	0,71 ± 1,17	0,098	0,45 ± 0,76	0,65 ± 1,10	0,194
Peso (kg)	67,97 ± 13,35	67,81 ± 13,54	68,56 ± 12,81	0,771	67,66 ± 11,53	69,25 ± 17,82	0,514
Altura (cm)	156,77 ± 6,37	156,76 ± 6,33	156,79 ± 6,59	0,984	157,14 ± 5,71	155,39 ± 8,03	0,131
IMC (kg.m ²)	27,60 ± 4,89	27,53 ± 4,93	27,86 ± 4,80	0,732	27,38 ± 4,43	28,51 ± 6,08	0,205
Circunferência cintura (cm)	90,58 ± 11,05	90,19 ± 11,49	92,02 ± 9,22	0,393	90,16 ± 10,37	91,85 ± 12,94	0,404
Massa Gorda Total (kg)	28,75 ± 9,00	28,47 ± 9,00	29,79 ± 9,08	0,449	28,22 ± 7,86	30,37 ± 11,77	0,191
Massa Magra Total (kg)	36,93 ± 5,23	37,11 ± 5,28	36,26 ± 5,06	0,399	37,01 ± 4,52	36,69 ± 7,02	0,738
ALST (kg)	16,02 ± 2,77	16,14 ± 2,84	15,59 ± 2,51	0,300	16,07 ± 2,42	15,90 ± 3,67	0,746
ALSTi (kg.m ²)	6,51 ± 0,97	6,55 ± 1,00	6,33 ± 0,85	0,230	6,49 ± 0,90	6,54 ± 1,16	0,777
DMO total (g.cm ²)	1,05 ± 0,12	1,05 ± 0,12	1,02 ± 0,12	0,168	1,06 ± 0,11	1,01 ± 0,13	0,018
CMO total (kg)	1,97 ± 0,28	1,98 ± 0,29	1,93 ± 0,24	0,393	1,99 ± 0,26	1,90 ± 0,30	0,069
DMO fêmur proximal (g.cm ²)	0,89 ± 0,13	0,90 ± 0,13	0,85 ± 0,10	0,034	0,90 ± 0,13	0,85 ± 0,11	0,017
CMO fêmur proximal (g)	26,99 ± 4,39	27,29 ± 4,5	25,89 ± 3,82	0,099	27,40 ± 4,30	25,75 ± 4,48	0,039
Fêmur proximal (T-score)	-0,95 ± 1,00	-0,87 ± 1,03	-1,28 ± 0,82	0,033	-0,85 ± 1,01	-1,27 ± 0,92	0,020
DMO coluna lombar (g.cm ²)	1,06 ± 0,18	1,07 ± 0,18	1,04 ± 0,17	0,534	1,07 ± 0,18	1,03 ± 0,18	0,171
CMO coluna lombar (g)	53,97 ± 11,76	54,01 ± 11,95	53,84 ± 11,22	0,940	54,68 ± 11,65	51,82 ± 11,99	0,183
Coluna lombar (T-score)	-0,98 ± 1,51	-0,94 ± 1,54	-1,13 ± 1,42	0,519	-0,88 ± 1,52	-1,27 ± 1,48	0,155
BIA-CI R (ohms)	600,63 ± 67,7	598,35 ± 67,16	609,12 ± 70,05	0,412	601,93 ± 67,37	597,33 ± 69,44	0,710
BIA-CI Xc (ohms)	60,75 ± 10,10	63,59 ± 8,63	50,15 ± 7,94	<0,001	62,85 ± 9,21	54,68 ± 10,52	<0,001
BIA-CI AngF (graus)	5,79 ± 0,82	6,08 ± 0,60	4,72 ± 0,61	<0,001	5,99 ± 0,75	5,22 ± 0,76	<0,001
BIA-MMI R (ohms)	534,94 ± 69,71	535,36 ± 69,30	533,37 ± 72,26	0,883	537,52 ± 71,08	528,01 ± 66,73	0,457
BIA-MMI Xc (ohms)	57,31 ± 20,69	59,72 ± 22,08	48,29 ± 10,37	<0,001	60,06 ± 9,80	43,78 ± 7,98	<0,001
BIA-MMI AngF (graus)	5,98 ± 1,15	6,20 ± 1,13	5,16 ± 0,78	0,036	6,41 ± 0,97	4,73 ± 0,61	<0,001

Notas: IMC = índice de massa corporal; ALST = tecido mole magro apendicular; ALSTi = índice ALST; DMO = densidade mineral óssea; CMO = conteúdo mineral ósseo; BIA-CI = bioimpedância de corpo inteiro; MMI-BIA = bioimpedância de membros inferiores; R = resistência; Xc = reatância; AngF = ângulo de fase. * = significância entre os grupos BIA-CI; # = significância entre os grupos BIA-MMI.

A Tabela 2 apresenta a associação da sarcopenia confirmada, obesidade e osteoporose com variáveis sociodemográficas e doenças autorreferidas. Houve associação entre a presença de sarcopenia e idade. A obesidade associou-se com as variáveis idade, raça, nível educacional, hipertensão e diabetes, e a osteoporose com diabetes e dislipidemia ($P \leq 0,05$).

Tabela 2. Associação entre as três principais condições clínicas de composição corporal e fatores sociodemográficos e doenças.

Variável	Sarcopenia confirmada		P	Obesidade		P	*Osteoporose		P
	Não n (%)	Sim n (%)		Não n (%)	Sim n (%)		Não n (%)	Sim n (%)	
<i>Idade</i>									
60 a 69 anos	96 (94,1)	6 (5,9)	0,011	33 (32,4)	69 (67,6)	0,035	38 (37,3)	64 (62,7)	0,189
≥ 70 anos	48 (81,4)	11 (18,6)		29 (49,2)	30 (50,8)		16 (27,1)	43 (72,9)	
<i>Raça</i>									
caucasiano	97 (89)	12 (11)	0,184	38 (34,9)	71 (65,1)	0,003	35 (32,1)	74 (67,9)	0,519
afrodescendentes	30 (96,8)	1 (3,2)		9 (29)	22 (71)		13 (41,9)	18 (58,1)	
descendência asiática	17 (81)	4 (19)		15 (71,4)	6 (28,6)		6 (28,6)	15 (71,4)	
<i>Educação</i>									
Menos de 5 anos	1 (100)	0 (0)	0,756	0 (0)	1 (100)	0,029	0 (0)	1 (100)	0,706
Entre 5 e 9 anos	14 (87,5)	2 (12,5)		1 (6,3)	15 (93,7)		6 (37,5)	10 (62,5)	
Entre 10 e 12 anos	40 (85,1)	7 (14,9)		16 (34)	31 (66)		15 (31,9)	32 (68,1)	
Graduação	86 (91,5)	8 (8,5)		44 (46,8)	50 (53,2)		31 (33)	63 (67)	
Pós-Graduação	3 (100)	0 (0)		1 (33,3)	2 (66,7)		2 (66,7)	1 (33,3)	
<i>Quedas nos últimos 12 meses</i>									
Não	99 (90,8)	10 (9,2)	0,408	46 (42,2)	63 (57,8)	0,163	37 (33,9)	72 (66,1)	0,875
Sim	45 (86,5)	7 (13,5)		16 (30,8)	36 (69,2)		17 (32,7)	35 (67,3)	
<i>Estado civil</i>									
Solteira	12 (80)	3 (20)	0,597	8 (53,3)	7 (46,7)	0,300	6 (40)	9 (60)	0,930
Casada	74 (89,2)	9 (10,8)		34 (41)	49 (59)		27 (32,5)	56 (67,5)	
Viúva	34 (91,9)	3 (8,1)		10 (27)	27 (73)		13 (35,1)	24 (64,9)	
Divorciada	24 (92,3)	2 (7,7)		10 (38,5)	16 (61,5)		8 (30,8)	18 (69,2)	
<i>Fumante</i>									
Não	133 (88,7)	17 (11,3)	0,260	58 (38,7)	92 (61,3)	0,585	50 (33,3)	100 (66,7)	0,666
Sim	10 (100)	0 (0)		3 (30)	7 (70)		4 (40)	6 (60)	
<i>Exercício</i>									
Não	28 (90,3)	3 (9,7)	0,859	8 (25,8)	23 (74,2)	0,106	11 (35,5)	20 (64,5)	0,799
Sim	116 (89,2)	14 (10,8)		54 (41,5)	76 (58,5)		43 (33,1)	87 (66,9)	

<i>Doença cardíaca</i>									
Não	130 (89,7)	15 (10,3)	0,790	54 (37,2)	91 (62,8)	0,320	48 (33,1)	97 (66,9)	0,724
Sim	14 (87,5)	2 (12,5)		8 (50)	8 (50)		6 (37,5)	10 (62,5)	
<i>Osteoartrite do quadril</i>									
Não	103 (88,8)	13 (11,2)	0,668	48 (41,4)	68 (58,6)	0,230	35 (30,2)	81 (69,8)	0,146
Sim	41 (91,1)	4 (8,9)		14 (31,1)	31 (68,9)		19 (42,2)	26 (57,8)	
<i>Artrite reumatóide</i>									
Não	127 (90,1)	14 (9,9)	0,436	57 (40,4)	84 (59,6)	0,236	47 (33,3)	94 (66,7)	0,879
Sim	16 (84,2)	3 (15,8)		5 (26,3)	14 (73,7)		6 (31,6)	13 (68,4)	
<i>Hipertensão</i>									
Não	69 (85,2)	12 (14,8)	0,082	42 (51,9)	39 (48,1)	≤0,001	25 (30,9)	56 (69,1)	0,434
Sim	74 (93,7)	5 (6,3)		19 (24,1)	60 (75,9)		29 (36,7)	50 (63,3)	
<i>Diabetes</i>									
Não	109 (88,6)	14 (11,4)	0,571	53 (43,1)	70 (56,9)	0,018	33 (26,8)	90 (73,2)	≤0,001
Sim	34 (91,9)	3 (8,1)		8 (21,6)	29 (78,4)		21 (56,8)	16 (43,2)	
<i>Dislipidemia</i>									
Não	72 (88,9)	9 (11,1)	0,840	30 (37)	51 (63)	0,774	21 (25,9)	60 (74,1)	0,034
Sim	71 (89,9)	8 (10,1)		31 (39,2)	48 (60,8)		33 (41,8)	46 (58,2)	

Observações: *osteopenia ou osteoporose no fêmur proximal ou na coluna lombar

Na Tabela 3 é apresentada a associação entre fatores de risco para as condições clínicas relacionadas à composição corporal e os valores de AngF obtidos por BIA-CI e BIA-MMI. Observou-se associação significativa entre o AngF-CI e a presença de osteopenia/osteoporose no fêmur proximal ($P \leq 0,05$). Os demais fatores de risco, incluindo força de preensão manual, massa muscular e gordura abdominal, não apresentaram diferenças significativas entre os grupos de AngF.

Tabela 3. Associação entre fatores de risco para condições clínicas de composição corporal e AngF (CI e BIA-MMI).

Variável	Categoria	N = 127		P	N = 121		P	
		BIA-CI AngF ≥ P25 n (%)	BIA-CI AngF < P25 n (%)		BIA-MMI AngF ≥ P25 n (%)	BIA-MMI AngF < P25 n (%)		
Força de prensão manual (Kg.f)								
	> 20 Kg.f	98 (77,2)	29 (22,8)	0,427	93 (76,9)	28 (23,1)	0,577	
	< 20 Kg.f	24 (70,6)	10 (29,4)		29 (72,5)	11 (27,5)		
Massa muscular (Kg/m ²)								
	ALSTi > 5,88 Kg/m ²	99 (81,1)	23 (18,9)	0,213	94 (77,0)	28 (23,0)	0,325	
	ALSTi < 5,88 Kg/m ²	28 (71,8)	11 (28,2)		27 (69,2)	12 (30,8)		
Osteoporose (fêmur proximal)								
	Osso normal	70 (86,4)	11 (13,6)	0,024	67 (82,7)	14 (17,3)	0,082	
	Osteopenia	49 (69,0)	22 (31,0)		48 (67,6)	23 (32,4)		
	Osteoporose	8 (88,9)	1 (11,1)		6 (66,7)	3 (33,3)		
Osteoporose (lombar coluna)								
	Osso normal	58 (79,5)	15 (20,5)	0,855	57 (78,1)	16 (21,9)	0,336	
	Osteopenia	48 (80,0)	12 (20,0)		46 (76,7)	14 (23,3)		
	Osteoporose	21 (75,0)	7 (25,0)		18 (64,3)	10 (35,7)		
Gordura abdominal (cintura)								
	< 88 cm	52 (83,9)	10 (16,1)	0,220	50 (80,6)	12 (19,4)	0,202	
	≥ 88 cm	75 (75,8)	24 (24,2)		71 (71,7)	28 (28,3)		

Notas: BIA-CI = BIA de corpo inteiro; BIA-MMI = BIA de membros inferiores; ALSTi = índice ALST

Após a realização das análises de regressão logística, a associação entre a presença de osteoporose no fêmur proximal e baixo AngF manteve-se significativa após ajustes para ambas as medidas de BIA (CI e MMI), ($P \leq 0,05$). Nenhuma das demais variáveis, força de prensão manual, massa muscular ou gordura abdominal apresentou associação significativa com o AngF em qualquer modelo (Tabela 4).

Tabela 4. Regressão logística ajustada entre os fatores de risco para as condições clínicas de composição corporal e AngF (CI e MMI).

	Regressão Logística Bruta				Regressão Logística Ajustada			
	RC	IC de 95%		P	RC	IC de 95%		P
		LL	UL			LL	UL	
<i>Baixa força de preensão manual</i>								
BIA-CI	1,408	0,604	3,281	0,428	1,394 ^a	0,554	3,504	0,480
BIA-MMI	1,260	0,559	2,839	0,577	0,887 ^a	0,356	2,213	0,798
<i>Baixa massa muscular</i>								
BIA-CI	1,691	0,736	3,886	0,216	1,724 ^a	0,726	4,097	0,217
BIA-MMI	1,492	0,670	3,322	0,327	1,246 ^a	0,527	2,950	0,617
<i>* Osteoporose (fêmur proximal)</i>								
BIA-CI	2,568	1,155	5,709	0,021	2,740 ^b	1,139	6,591	0,024
BIA-MMI	2,304	1,097	4,839	0,027	2,313 ^b	1,040	5,142	0,040
<i>* Osteoporose (lombar coluna)</i>								
BIA- CI	1,065	0,497	2,281	0,872	1,061 ^b	0,483	2,331	0,882
BIA-MMI	1,336	0,646	2,762	0,434	1,421 ^b	0,672	3,008	0,358
<i>Alta gordura abdominal</i>								
BIA- CI	1,664	0,734	3,771	0,222	1,963 ^c	0,716	5,384	0,190
BIA-MMI	1,643	0,763	3,538	0,204	1,984 ^c	0,767	5,128	0,158

Notas: BIA-CI = BIA de corpo inteiro; BIA-MMI = BIA de membros inferiores; IC = intervalo de confiança; LL = limite inferior; UL = limite superior; RC= Razão de chance; *osteopenia ou osteoporose. ^a = Modelo ajustado por idade e hipertensão; ^b = Modelo ajustado por diabetes e dislipidemia; ^c = Modelo ajustado por hipertensão, raça, diabetes, educação, idade e exercício

A Tabela 5 apresenta a associação das condições clínicas de composição corporal com o AngF de acordo com a medida de BIA (CI e MMI). Apenas a condição de obesidade osteopênica apresentou associação significativa com o AngF-CI ($P \leq 0,05$). As demais condições clínicas da composição corporal não se associaram ao AngF, independentemente da medida de BIA.

Tabela 5. Associação entre as condições clínicas da composição corporal e as medidas da BIA (CI e MMI) de acordo com baixo ou alto AngF.

Variável	Categoria	N = 127		P	N = 121		P
		BIA-CI AngF ≥ P25 n (%)	BIA-CI AngF < P25 n (%)		BIA-MMI AngF ≥ P25 n (%)	BIA-MMI AngF < P25 n (%)	
Sarcopenia	Nenhuma condição	98 (80,3)	24 (19,7)	0,700	93 (76,2)	29 (23,8)	0,717
	Sarcopenia provável	16 (72,7)	6 (27,3)		15 (68,2)	7 (31,8)	
	Sarcopenia confirmada	13 (76,5)	4 (23,5)		13 (76,5)	4 (23,5)	
*Osteoporose (fêmur ou coluna)	Não	97 (76,4)	30 (23,6)	0,991	92 (76,0)	29 (24,0)	0,850
	Sim	26 (76,5)	8 (23,5)		31 (77,5)	9 (22,5)	
Osteosarcopenia	Não	119 (93,7)	31 (6,3)	0,449	114 (94,2)	7 (5,8)	0,851
	Sim	33 (97,1)	1 (2,9)		38 (95,0)	2 (5,0)	
Obesidade	Não	94 (74,0)	33 (26,0)	0,169	92 (76,0)	29 (24,0)	0,850
	Sim	29 (85,3)	5 (14,7)		31 (77,5)	9 (22,5)	
Obesidade osteopênica	Não	88 (69,3)	39 (30,7)	0,036	83 (68,6)	38 (31,4)	0,118
	Sim	17 (50,0)	17 (50,0)		22 (55,0)	18 (45,0)	
Obesidade osteosarcopênica	Não	124 (97,6)	3 (2,4)	0,293	117 (96,7)	4 (3,3)	0,799
	Sim	32 (94,1)	2 (5,9)		39 (97,5)	1 (2,5)	

Notas: AngF = ângulo de fase; BIA-CI=BIA de corpo inteiro; BIA-MMI=BIA de membros inferiores; P25 = percentil 25 da amostra; *osteopenia ou osteoporose

Observou-se que mulheres idosas com baixos valores de AngF-CI tem 2.837 mais chances de apresentarem obesidade osteopênica. Nenhuma das demais condições clínicas da composição corporal apresentou associações significativas com o AngF, em ambas as medidas de BIA (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de regressão logística entre as condições clínicas de composição corporal e o AngF (CI e BIA-MMI).

	Regressão Logística Bruta				Regressão Logística Ajustada			
	RC	IC de 95%		P	RC	IC de 95%		P
		LL	UL			LL	UL	
<i>Sarcopenia confirmada</i>								
BIA- CI	1,894	0,167	21,533	0,607	1,930 ^a	0,168	22,170	0,598
BIA-MMI	1,526	0,135	17,287	0,733	1,642 ^a	0,132	20,368	0,700
<i>*Osteoporose (fêmur ou coluna)</i>								
BIA- CI	0,995	0,408	2,427	0,991	0,881 ^b	0,345	2,252	0,792
BIA-MMI	0,921	0,393	2,158	0,850	0,948 ^b	0,398	2,255	0,904
<i>Osteosarcopenia</i>								
BIA- CI	0,451	0,054	3,734	0,460	0,333 ^c	0,038	2,935	0,322
BIA-MMI	0,857	0,171	4,304	0,851	0,342 ^c	0,061	1,907	0,221
<i>Obesidade</i>								
BIA- CI	0,491	0,176	1,374	0,175	0,431 ^d	0,147	1,267	0,126
BIA-MMI	0,921	0,393	2,158	0,850	0,864 ^d	0,347	2,151	0,753
<i>Obesidade osteopênica</i>								
BIA- CI	2,256	1,044	4,877	0,039	2,837 ^e	1,215	6,624	0,016
BIA-MMI	1,787	0,860	3,715	0,120	1,970 ^e	0,864	4,492	0,107
<i>Obesidade Osteosarcopênica</i>								
BIA- CI	2,583	0,414	16,119	0,310	2,567 ^a	0,408	16,147	0,315
BIA-MMI	0,750	0,081	6,913	0,800	0,705 ^a	0,072	6,921	0,764

Notas: CI-BIA = BIA de corpo inteiro; BIA-MMI = BIA de membros inferiores; IC = intervalo de confiança; LL= limite inferior; UL = limite superior; RC=razão de chance; *osteopenia ou osteoporose; ^a = Modelo ajustado por idade; ^b = Modelo ajustado por diabetes e dislipidemia; ^c = Modelo ajustado por idade, diabetes e dislipidemia; ^d = Modelo ajustado por hipertensão, idade e exercício; ^e = Modelo ajustado por hipertensão, idade, exercício, diabetes e dislipidemia. Grupo de referência: AngF \geq P25.

Discussão

O presente estudo avaliou a associação do AngF-CI e AngF-MMI com condições clínicas de composição corporal (sarcopenia, osteopenia/osteoporose, osteosarcopenia, obesidade, obesidade osteopênica e obesidade osteosarcopênica) em mulheres idosas. Nossos achados destacam a utilidade do AngF como marcador de agravos da composição corporal. No entanto, apenas a medida segmentar realizada nos membros inferiores parece permitir a predição de osteopenia/osteoporose na região do fêmur proximal em mulheres idosas.

Considerando que a maioria dos estudos que investigaram a relação entre AngF e condições clínicas de composição corporal tenham se concentrado na medida do corpo inteiro (Kilic et al., 2017; Quizzini et al., 2025). Nossos achados reforçam a importância de abordagens regionais, principalmente ao considerar a relação entre o AngF e doenças musculoesqueléticas como a sarcopenia e osteoporose.

No que diz respeito a medida de membros inferiores, há evidências prévias, utilizando medidas localizadas nessa região, especialmente na musculatura da coxa, com o intuito de reduzir o risco de lesões em populações mais jovens e atletas (Nescolarde et al., 2023; Nescolarde et al., 2024), mas pouco se sabe sobre a eficácia da medida segmentar nos membros inferiores em populações idosas e com doenças relacionadas a composição corporal (Buffa et al., 2013).

Em um estudo conduzido por Codognotto et al. (2008) os autores reforçaram a aplicabilidade da análise de BIA segmentar como ferramenta para detecção de alterações na região dos membros inferiores. Observou-se em pacientes com doença arterial periférica submetidos à revascularização, um encurtamento significativo do vetor de impedância e aumento da reatância (X_c), refletindo redução do edema e possível melhora da estrutura celular dos músculos avaliados. Embora o foco primário não tenha sido diretamente doenças musculoesqueléticas, os dados obtidos destacam o potencial da análise segmentar para o monitoramento de estados inflamatórios e catabólicos em tecidos periféricos, o que tem implicações clínicas importantes para a avaliação funcional de pacientes com disfunções musculares como a sarcopenia.

Resultados similares aos encontrados em nosso estudo foram reportados previamente por Buffa et al. (2013) em um estudo que também encontrou associações entre AngF-MMI e alterações na composição corporal. O AngF-MMI foi positivamente associado ao índice de

massa muscular esquelética, sugerindo seu potencial uso na identificação de indivíduos com maior massa magra e menor risco de sarcopenia.

Em relação a capacidade preditiva do AngF segmentar para identificação da osteoporose, Matur e Ülgen (2023) analisaram a medida do AngF em membros superiores e observaram que o AngF derivado da análise de BIA segmentar do braço dominante, correlacionou positivamente com a DMO da coluna lombar e do quadril em mulheres pós-menopausa com IMC inferior a 30 kg/m². Essa associação reforça o potencial do AngF segmentar como um marcador não invasivo e acessível para o rastreamento da osteoporose, especialmente em cenários onde a disponibilidade da avaliação por DEXA é limitada.

Em nosso a MMI-BIA indicou ser uma ferramenta complementar e mais específica para avaliar a composição corporal e identificar condições clínicas da composição corporal em determinados segmentos corporais. Especificamente, valores baixos de AngF utilizando a medida MMI-BIA está associado a maiores chances de risco de osteopenia/osteoporose no fêmur proximal em mulheres idosas. Esses achados estão alinhados com a literatura existente

que enfatiza o AngF como um indicador confiável da saúde celular, composição corporal e qualidade muscular (Bellido et al., 2023; Zeng et al., 2024). Além disso, as análises de regressão logística confirmaram as associações significativas entre baixo AngF e risco de osteopenia/osteoporose no fêmur proximal, mesmo após ajustes para variáveis de confusão como hipertensão, idade, prática de exercício, diabetes e dislipidemia. Isso apoia a aplicação da MMI-BIA como um método robusto para avaliação de risco clínico em populações mais velhas.

É importante ressaltar que nosso estudo identificou diferenças distintas nas variáveis de composição corporal entre os grupos com alto ou baixo valores de AngF. Mulheres idosas com valores de AngF abaixo do percentil 25 apresentaram DMO e T-score femorais significativamente menores, ressaltando a relevância do AngF como um limiar para identificar indivíduos em risco.

O papel da menopausa e do envelhecimento na exacerbação de condições como osteoporose, sarcopenia e obesidade, devido as alterações hormonais após essa fase da vida contribuem para a perda óssea e muscular acelerada, necessitando de monitoramento preciso e precoce em mulheres mais velhas (Keen & Reddivari, 2024). Nossos achados ressaltam a importância do uso da BIA, particularmente do AngF, como uma ferramenta não invasiva e econômica para triagem de rotina nesse grupo demográfico.

Embora o presente estudo forneça informações valiosas, algumas limitações devem ser reconhecidas. Primeiro, o delineamento transversal limita as interpretações causais das associações observadas. Estudos longitudinais são necessários para confirmar esses achados e

explorar a dinâmica temporal do AngF e das alterações na composição corporal. Além disso, embora a BIA segmentar ofereça vantagens únicas para avaliar alterações regionais específicas, sua utilidade na predição de condições sistêmicas justifica investigações mais aprofundadas.

Conclusão

Em conclusão, o AngF de corpo inteiro e de membros inferiores estão associados a obesidade osteopênica e a osteopenia/osteoporose no fêmur proximal, respectivamente. Esses resultados ressaltam a importância do AngF como um parâmetro útil para avaliar a saúde musculoesquelética e a composição corporal em mulheres idosas. A análise de BIA de corpo inteiro, complementada por medidas segmentares, fornece uma estrutura mais abrangente para a detecção precoce e o tratamento de condições relacionadas ao envelhecimento. Pesquisas futuras devem se concentrar na integração da BIA à prática clínica para melhorar a qualidade do atendimento e o bem-estar em populações idosas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo nº 2023/10915-8 e 2021/14708-1.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- American Society of Hand Therapists (ASHT). Grip strength. Clinical assessment recommendations, 1981.
- BATISTA, Fernanda Sotello *et al.* Relationship between lower-limb muscle strength and frailty among elderly people. **Sao Paulo Medical Journal**, v. 130, n. 2, p. 102–108, 2012.
- BELLIDO, Diego *et al.* Future lines of research on phase angle: Strengths and limitations. **Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders**, v. 24, n. 3, p. 563–583, 12 jun. 2023.
- BUFFA, Roberto *et al.* Accuracy of Specific BIVA for the Assessment of Body Composition in the United States Population. **PLoS ONE**, v. 8, n. 3, p. e58533, 6 mar. 2013.
- CHARDE, Samruddhi H.; JOSHI, Abhishek; RAUT, Juhi. A Comprehensive Review on Postmenopausal Osteoporosis in Women. **Cureus**, 9 nov. 2023.
- CODOGNOTTO, Marta *et al.* Influence of localized edema on whole-body and segmental bioelectrical impedance. **Nutrition**, v. 24, n. 6, p. 569–574, jun. 2008.
- COLÓN, Carlos J. Padilla *et al.* Muscle and Bone Mass Loss in the Elderly Population: Advances in diagnosis and treatment. **Journal of Biomedicine**, v. 3, p. 40–49, 2018.
- CRUZ-JENTOFT, Alfonso J. *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 48, n. 1, p. 16–31, 1 jan. 2019.
- DOAN, Dieu Ni Thi *et al.* Segmental bioelectrical impedance analysis for Korean older population with cold pattern. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, 1 dez. 2022.
- GÜNER, Merve *et al.* Phase angle is associated with frailty in community-dwelling older adults. **Nutrition**, v. 116, p. 112157, dez. 2023.
- ILICH, J.Z. *et al.* Interrelationship among muscle, fat, and bone: connecting the dots on cellular, hormonal, and whole body levels. **Ageing Research Reviews**, v. 15, p. 51–60, 2014.
- KEEN, Mansoor U.; BARNETT, Maxim J.; ANASTASOPOULOU, Catherine. **Osteoporosis in Females**. [S.l.: S.n.].
- KILIC, M. K. *et al.* Association of bioelectrical impedance analysis-derived phase angle and sarcopenia in older adults. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 32, n. 1, p. 103–109, 2017.
- KUBO, Akira *et al.* Association between regional phase angle and level of locomotion among older females requiring long-term care in a health facility. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 36, n. 7, p. 2024– 023, 2024.
- MEREU, Elena *et al.* Total body and arm bioimpedance in patients with Alzheimer’s disease. **Experimental Gerontology**, v. 102, p. 145–148, fev. 2018.

NESCOLARDE, Lexa *et al.* Phase angle in localized bioimpedance measurements to assess and monitor muscle injury. **Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders**, v. 24, n. 3, p. 415–428, 27 jun. 2023.

NESCOLARDE, Lexa; YANGUAS, Javier; HERNÁNDEZ-HERMOSO, José A. Localized hamstring bioimpedance in marathon runners is related to muscle high-energy enzyme serum levels and predicts race time. **Frontiers in Physiology**, v. 15, 5 mar. 2024.

PICCOLI, Antonio *et al.* A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: The RXc graph. **Kidney International**, v. 46, n. 2, p. 534–539, ago. 1994.

PINHEIRO, Jocassia Silva *et al.* Segmental bioelectrical impedance analysis can detect differences between the affected and non-affected limbs in individuals with hip osteoarthritis. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 24, n. 1, p. 420, 25 maio 2023.

QUIZZINI, Giovanni Henrique *et al.* Bioelectrical Impedance Vectors Analysis of Sarcopenic Older Adults Submitted to a Resistance Training Program. **Advanced Biology**, v. 9, n. 6, 20 jun. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Obesity and overweight. Geneva: World Health Organization, 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Acesso em: 15 out. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry: report of a WHO Expert Committee. Geneva: World Health Organization, 1995. (Technical Report Series, n. 854).

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Prevention and management of osteoporosis: report of a WHO scientific group*. Geneva: World Health Organization, 2003.

ZENG, Ying *et al.* Bioelectrical impedance analysis–derived phase angle predicts possible Sarcopenia in patients on maintenance hemodialysis: a retrospective study. **BMC Nephrology**, v. 25, n. 1, p. 357, 16 out. 2024.