





Associações entre exercício aquático e treinamento resistido com a composição corporal e a densidade mineral óssea em mulheres idosas: um estudo transversal

Associations between water-based exercise and resistance training with body composition and bone mineral density in older women: a cross-sectional study

Guilherme Ramos Nascimento¹ 
Kauã Vieira Ginnari² 
Aryelle Karla Samuel Gomes Santos³ 
Rita di Cássia de Oliveira Angelo⁴ 

William Serrano Smethurst⁵ 
Raphaella Christine Ribeiro Lima⁶ 
Tainá Maria de Souza Vidal⁷ 
Wlaldemir Roberto Santos⁸ 

¹⁻⁷Universidade de Pernambuco (Recife). Pernambuco, Brasil

⁸Contato para correspondência. Universidade de Pernambuco (Recife). Pernambuco, Brasil. wlaldemir.santos@upe.br

RESUMO | INTRODUÇÃO: O envelhecimento está associado à redução da massa magra e da densidade mineral óssea (DMO), aumentando o risco de sarcopenia e fraturas. O treinamento resistido (TR) e os exercícios aquáticos (EA) são recomendados; contudo, suas associações em mulheres idosas ainda não estão claras. Este estudo transversal analisou a composição corporal e a DMO em mulheres idosas praticantes de TR, EA e inativas (GI). **MÉTODOS:** Participaram do estudo 67 idosas (70,5 ± 7,10 anos), distribuídas em TR (n = 18), EA (n = 23) e GI (n = 26). A composição corporal, a DMO e o índice de massa muscular esquelética (IMME) foram avaliados por DXA. As diferenças entre os grupos foram analisadas por ANOVA one-way com pós-teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). **RESULTADOS:** Ambos os grupos ativos estiveram associados a maior massa magra comparado ao GI (GTR: +30,9%; $p = 0,006$; GEA: +24,9%; $p = 0,006$). Contudo, apenas o GTR esteve associado a valores mais elevados do IMME GEA (GEA: +13,4%; $p < 0,001$; GI: +9,0%; $p = 0,018$). O GTR também apresentou valores mais elevados de DMO de corpo total (GEA: +4,2%; $p = 0,012$); (GI: +8,6%; $p = 0,029$), bem como maior DMO no colo do fêmur (GEA: +13,4%; $p = 0,006$; GI: +12,2%; $p = 0,012$). **CONCLUSÃO:** O TR e o EA estiveram associados a perfis mais favoráveis de composição corporal e DMO em mulheres idosas, com associações mais fortes para o TR. Devido ao delineamento transversal, não é possível estabelecer inferências causais.

PALAVRAS-CHAVE: Sarcopenia. Densidade Mineral Óssea. Treinamento de Força. Exercícios Aquáticos. Idosas.

ABSTRACT | BACKGROUND: Aging is associated with decreases in lean mass and bone mineral density (BMD), increasing the risk of sarcopenia and fractures. Resistance training (RT) and water-based exercise (WE) are recommended; however, their comparative associations in older women remain unclear. This cross-sectional study examined body composition and DMO in older women practicing RT, WE, or not engaged in structured exercise. **METHODS:** This study included 67 elderly women (70.5 ± 7.10 years) allocated to a RT group (RTG, n=18), WE group (WEG, n=23), and inactive group (IG, n=26). Body composition and BMD (total body, lumbar, femoral neck, forearm) were assessed by DXA and estimated skeletal muscle mass index (SMMI) was estimated. Group-related differences were analyzed using one-way ANOVA with Tukey post hoc tests ($\alpha = 0.05$). **RESULTS:** Both active groups were associated with greater lean mass compared to IG (RTG: + 30.9%; $p = 0.006$ and WEG: + 24.9%; $p = 0.006$). However, only RTG was associated with higher SMMI, being 13.4% ($p < 0.001$) higher than WEG and 9.0% ($p = 0.018$) than IG. Likewise, RTG presented higher whole-body BMD (in relation to WEG: + 4.2%; $p = 0.012$ and IG: + 8.6%; $p = 0.029$) and femoral neck BMD (in relation to WEG: + 13.4%; $p = 0.006$ and IG: 12.2%; $p = 0.012$). **CONCLUSIONS:** RT and WE were associated with more favorable body composition and BMD profiles in older women, with stronger associations observed for RT. Causal inferences cannot be made due to the cross-sectional design.

KEYWORDS: Sarcopenia. Bone Mineral Density. Resistance Training. Water-based Exercise. Older Women.

1. Introdução

O envelhecimento é um processo natural que conduz a um declínio funcional progressivo, afetando múltiplos sistemas fisiológicos e alterando de forma significativa a composição corporal e a densidade mineral óssea (DMO). Nesse contexto, a sarcopenia (perda de massa muscular) e a osteoporose (redução da DMO) emergem como condições altamente prevalentes, com impacto particularmente pronunciado em mulheres na pós-menopausa, em decorrência das importantes alterações hormonais. A perda concomitante de tecido muscular e ósseo compromete a qualidade de vida, prejudica a funcionalidade e a longevidade, além de aumentar substancialmente o risco de fraturas¹.

A sarcopenia é caracterizada por um declínio acelerado da massa muscular e da força, especialmente entre indivíduos idosos. Suas consequências incluem fraqueza muscular, fadiga e redução da capacidade funcional, tornando as atividades da vida diária progressivamente mais difíceis na ausência de intervenções adequadas². A osteoporose, por sua vez, é definida pela redução da DMO e pela deterioração da microarquitetura óssea, o que aumenta a fragilidade óssea e a suscetibilidade a fraturas, particularmente no fêmur. Essa condição afeta predominantemente a população idosa³. Importante destacar que existe uma relação bidirecional entre essas condições: a perda de massa magra reduz a carga mecânica aplicada aos ossos, favorecendo reduções na DMO, enquanto a fragilidade óssea limita a mobilidade e pode estar associada à aceleração do processo sarcopênico^{2,3}.

Com o avanço da idade, o declínio da massa magra e da DMO torna-se mais acentuado. A prática regular de exercício físico, especialmente aqueles que envolvem componentes de força, desempenha papel central na associação com perfis musculoesqueléticos mais favoráveis em adultos idosos. Entre as modalidades mais relevantes destacam-se o treinamento resistido e os exercícios aquáticos, ambos associados à promoção da hipertrofia muscular (aumento da área de secção transversal das fibras musculares), à manutenção de níveis adequados de massa magra e a menor prevalência de sarcopenia em estudos observacionais e de intervenção. Além disso, essas modalidades contribuem para a melhora da DMO por meio dos estímulos mecânicos gerados pela contração muscular e pelas forças de ação e reação exercidas sobre o tecido ósseo⁴.

Apesar de sua ampla utilização, o treinamento resistido e os exercícios aquáticos diferem substancialmente quanto às demandas mecânicas⁵, e ainda não há consenso sobre como essas modalidades se associam de forma diferenciada à composição corporal e à DMO na população idosa. Dessa forma, o objetivo deste estudo observacional de delineamento transversal foi analisar as associações entre o treinamento resistido e os exercícios aquáticos com a composição corporal e a DMO em mulheres idosas. Sob a perspectiva prática, este estudo busca contribuir com evidências observacionais que subsidiem recomendações baseadas em exercício físico para mulheres idosas, reconhecendo que inferências causais requerem delineamentos longitudinais ou de intervenção.

2. Métodos

2.1 Tipo de estudo e seleção da amostra

Este estudo observacional de delineamento transversal⁶ foi conduzido na Escola Superior de Educação Física (ESEF) da Universidade de Pernambuco (UPE). O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Oswaldo Cruz (HUOC/UPE), sob o número de parecer 6.855.902, e seguiu os princípios éticos estabelecidos pela Declaração de Helsinque. A coleta de dados ocorreu entre março e junho de 2025.

A amostra foi composta por mulheres residentes na comunidade, com idade igual ou superior a 60 anos. Foram excluídas participantes com limitações físicas, diagnóstico de demência ou déficits cognitivos. Também foram excluídas mulheres que praticavam outras modalidades de exercício físico de forma complementar ou que apresentavam contraindicações médicas para a prática de exercícios. Adicionalmente, foram excluídas participantes que relataram comorbidades ou o uso de medicamentos reconhecidamente capazes de afetar diretamente o metabolismo ósseo ou muscular (como doenças endócrinas não controladas, terapia com corticosteroides ou uso de agentes antiosteoporóticos). As participantes foram categorizadas em três grupos: grupo treinamento resistido (GTR), grupo exercícios aquáticos (GEA) e grupo inativo (GI). As mulheres pertencentes ao GTR e ao GEA deveriam praticar exclusivamente suas respectivas modalidades por um período mínimo de

seis e máximo de doze meses, com frequência média mensal $\geq 75\%$. As participantes do GI atenderam aos mesmos critérios de inclusão, porém não haviam se envolvido em prática regular de exercício físico por pelo menos seis meses.

O recrutamento foi realizado por meio de convite pessoal entre as usuárias de um programa de extensão universitária voltado para pessoas idosas da ESEF/UPE, o qual oferecia tanto treinamento resistido quanto exercícios aquáticos. As participantes do grupo controle foram recrutadas a partir da lista de espera do mesmo programa, sendo contatadas por telefone. Ao todo, 67 mulheres aceitaram participar do estudo e atenderam a todos os critérios de elegibilidade: 18 no GTR, 23 no GEA e 26 no GI.

O cálculo amostral a priori inicial foi baseado exclusivamente na massa magra⁷. Contudo, considerando que a DMO também constitui um desfecho primário, o tamanho amostral necessário foi recalculado com base na DMO do colo do fêmur. Admitindo-se uma diferença clinicamente relevante (Δ) de $0,05 \text{ g/cm}^2$, desvio-padrão de $0,08 \text{ g/cm}^2$, $\alpha = 0,05$ (bicaudal) e poder estatístico de 80% ($\beta = 0,20$), estimou-se a necessidade de aproximadamente 41 participantes por grupo. Dependendo das premissas adotadas (por exemplo, $\Delta = 0,04/\text{DP} = 0,08 \rightarrow \approx 63$ participantes por grupo; $\Delta = 0,06/\text{DP} = 0,08 \rightarrow \approx 28$ participantes por grupo), o número requerido variou. Embora a amostra final (GTR $n = 18$; GEA $n = 23$; GI $n = 26$; total $n = 67$) tenha sido adequada para análises relacionadas à massa magra, ficou abaixo do necessário para detectar diferenças moderadas na DMO. Dessa forma, os resultados referentes à DMO devem ser interpretados com cautela, em razão do potencial erro do tipo II.

2.2 Desenho do estudo

Após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, as participantes agendaram suas avaliações e receberam previamente as orientações necessárias. Todas as avaliações foram realizadas de forma individual no Laboratório de Avaliação do Desempenho Humano (LAPH) da ESEF/UPE, por avaliadores treinados, no período da manhã (8h00–10h00).

Inicialmente, as participantes responderam a um questionário sociodemográfico e de saúde, seguido das medidas de massa corporal e estatura.

A composição corporal e os parâmetros ósseos foram avaliados por meio da absorciometria por dupla energia de raios X (DXA), incluindo a análise da massa magra, massa gorda, tecido ósseo e da DMO de corpo total, coluna lombar (L1–L4), colo do fêmur e antebraço distal^{8,9}.

A massa magra apendicular (MMA) foi calculada como a soma da massa magra dos quatro membros e normalizada pela estatura ao quadrado ($\text{MMA}/\text{estatura}^2$), para obtenção do índice de massa muscular esquelética (IMME)¹⁰. O risco de fraturas foi estimado por meio da ferramenta FRAX, validada para a população brasileira, com base na DMO do colo do fêmur e em fatores de risco pessoais e familiares¹¹.

2.3 Instrumento de coleta

O questionário sociodemográfico abordou aspectos gerais da vida das participantes, incluindo fatores sociais atuais e pregressos, enquanto o questionário de saúde concentrou-se em informações relacionadas ao estado de saúde atual e anterior, considerando suas condições biopsicossociais. A massa corporal e a estatura foram mensuradas por meio de uma balança da marca Welmy® com estadiômetro acoplado, com precisão de 0,1 cm.

A composição corporal foi avaliada por meio do DXA (Hologic®, modelo Discovery CI/WI, software QDR4500W, versão QDR 11.2), mensurando massa magra, massa gorda, tecido ósseo e a DMO de corpo total por meio de uma varredura corporal completa com duração aproximada de 6 minutos. Para essa avaliação, as participantes utilizaram roupas confortáveis, sem objetos metálicos, sendo posicionadas em decúbito dorsal e centralizadas na mesa do equipamento, utilizando a linha central da mesa como referência. As mãos permaneceram abertas, com as palmas apoiadas sobre a mesa de exame, e os braços e as pernas estendidos¹².

A massa muscular apendicular (MMA) foi definida com base nos valores obtidos por DXA, correspondendo à soma da massa magra dos membros superiores e inferiores, expressa em quilogramas. O valor da MMA foi ajustado pela estatura ao quadrado ($\text{MMA}/\text{estatura}^2$). O ponto de corte adotado para a identificação de baixa massa magra, indicativa de sarcopenia, foi $< 5,5 \text{ kg/m}^2$ para mulheres⁹.

Além da avaliação da composição corporal, a DMO foi mensurada por DXA em três regiões anatômicas: coluna lombar (L1 a L4), colo do fêmur direito e antebraço distal esquerdo^{8,9,12}. Para a avaliação da coluna lombar, a participante foi posicionada em decúbito dorsal, centralizada na mesa do equipamento, com as mãos abertas e supinadas, apoiadas sobre a mesa. Os quadris e joelhos foram flexionados a 90°, utilizando-se a linha central da mesa como referência. Para a avaliação do colo do fêmur direito, a participante permaneceu em decúbito dorsal, com as mãos abertas e supinadas, apoiadas sobre a mesa; os membros inferiores foram mantidos afastados, com os pés alinhados à crista ilíaca, e um dispositivo de posicionamento foi colocado entre os pés para manter o membro inferior direito em posição neutra, enquanto o membro inferior esquerdo foi rotacionado internamente entre 15° e 25° em relação ao quadril. O laser foi posicionado na região média do colo do fêmur direito. Para a avaliação do antebraço distal esquerdo, a participante foi posicionada sentada em uma cadeira à direita do equipamento DXA, com o membro superior esquerdo apoiado sobre a mesa. O cotovelo foi mantido em flexão de 90°, com a mão fechada e em pronação, apoiada sobre a mesa, e o laser foi posicionado no terço distal do antebraço¹².

Para a avaliação do risco de fraturas, os resultados de DMO do colo do fêmur foram utilizados na aplicação do FRAX. Foi empregada a calculadora FRAX adaptada para a população brasileira, disponibilizada pela Associação Brasileira de Avaliação Óssea e Osteometabolismo¹³. A ferramenta considerou as seguintes variáveis: idade, sexo, histórico de fraturas prévias, histórico familiar de fraturas, uso de corticosteroides, tabagismo, consumo de álcool, diagnóstico de artrite reumatoide, presença de osteoporose secundária e os valores de DMO do colo do fêmur obtidos por DXA. Com base nessas informações, o FRAX aplicou um modelo estatístico para estimar a probabilidade percentual de fraturas osteoporóticas maiores e de fraturas de quadril nos próximos 10 anos em indivíduos com idade igual ou superior a 40 anos¹⁴.

2.4 Protocolos de treinamento

Por se tratar de um estudo observacional, os protocolos de exercício já estavam previamente estabelecidos pelo programa de extensão. Tanto o GTR quanto o GEA participaram de duas sessões semanais, com duração aproximada de 50 minutos cada, incluindo

5 minutos de aquecimento e 45 minutos destinados à sessão principal de treinamento. A intensidade do exercício foi determinada por meio da escala de percepção subjetiva de esforço de Borg¹⁴, sendo as participantes orientadas a manter um esforço mínimo de 6 e máximo de 8 durante os exercícios. Caso esses valores fossem excedidos ou não atingidos, ajustes na intensidade eram realizados para garantir a adesão ao protocolo. Todas as sessões foram supervisionadas por instrutores treinados e, previamente a cada sessão, as participantes eram submetidas a uma triagem pré-exercício, incluindo a aferição de sinais vitais (pressão arterial e frequência cardíaca) e uma avaliação geral do estado de saúde. As participantes que apresentassem qualquer alteração não eram autorizadas a realizar o exercício naquele dia e eram orientadas a buscar avaliação médica.

Como estratégia de aquecimento, as participantes realizaram exercícios de alongamento e mobilidade articular em grupo, envolvendo os principais grupos musculares e articulações, por aproximadamente 5 minutos.

O programa de treinamento resistido, ofertado em laboratório universitário, foi composto por seis exercícios com recrutamento muscular global (corpo inteiro). Os exercícios foram realizados em três séries de 10–12 repetições máximas, com intervalos de descanso de 90 segundos entre as séries, alternando-se a ordem por segmento corporal (membros inferiores e membros superiores/tronco). O programa incluiu os seguintes exercícios: sentar-e-levantar (extensão de quadril e joelho); flexão de joelhos; flexão plantar com joelhos estendidos; supino sentado (flexão horizontal e adução de ombro, abdução escapular e extensão de cotovelo); puxada frontal com pegada fechada na polia alta (extensão de ombro, depressão/adução escapular e extensão de tronco); e flexão de tronco em banco inclinado (abdominal).

O programa de exercícios aquáticos foi realizado na piscina da universidade (25 × 12,5 m; profundidade média de 1,5 m). Os exercícios foram organizados em blocos compostos por dois a três movimentos, alternados por segmento corporal, sendo cada movimento executado por 30 segundos, seguido de descanso para o segmento trabalhado enquanto outro segmento era ativado, mantendo, assim, o caráter dinâmico do exercício aquático. Cada bloco foi repetido em três séries.

A estrutura dos blocos variou entre as sessões, porém seguiu consistentemente o princípio do treinamento de corpo inteiro, incluindo exercícios para membros inferiores, membros superiores e tronco. Os movimentos realizados incluíram flexão e extensão de quadril e joelho; flexão plantar; flexão, extensão, adução e abdução de ombro nos planos frontal e horizontal; elevação, depressão, adução e abdução escapular; flexão e extensão de cotovelo; e flexão e extensão de tronco.

2.5 Análise de dados

A tabulação dos dados foi realizada por uma pessoa independente, cega quanto à alocação dos grupos, ou seja, sem conhecimento prévio do grupo ao qual cada participante pertencia. As variáveis numéricas foram descritas por meio de média e desvio-padrão, e a normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para as comparações entre os grupos, foi utilizada a análise de variância *one-way* (ANOVA), seguida do teste *post hoc* de Tukey. Adotou-se nível de significância de $p < 0,05$. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software Jamovi, versão 2.5.3.

3. Resultados

As participantes apresentaram idade média de $70,5 \pm 7,10$ anos e foram distribuídas em três grupos: GTR ($n = 18$), GEA ($n = 23$) e GI ($n = 26$). O tempo médio de prática nas respectivas modalidades foi de $7,7 \pm 3,1$ meses no GTR e de $9,0 \pm 2,8$ meses no GEA. A caracterização completa da amostra é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização das amostras ($n = 67$)

Variável	Total (n=67) Med ± DP	<i>p</i>	GTR (n=18) Med ± DP	GEA (n=23) Med ± DP	GI (n=26) Med ± DP
Idade (anos)	70,5 ± 7,1	0,057	68,6 ± 8,2	72,6 ± 6,3	70,0 ± 6,7
Estatura (cm)	155,0 ± 7,3	0,759	157,0 ± 8,4	152,0 ± 5,7	156,0 ± 7,0
Massa total (kg)	66,8 ± 10,7	0,883	76,3 ± 9,6	61,5 ± 8,9	65,2 ± 8,9
MG (kg)	34,2 ± 16,4	0,001*	42,7 ± 21,6	38,1 ± 15,7	25,0 ± 5,1
MM (kg)	46,7 ± 16,1	0,001*	54,7 ± 19,8	50,3 ± 17,1	37,8 ± 4,8
IMME (kg/m ²)	6,1 ± 0,7	0,248	6,7 ± 0,6	5,8 ± 0,7	6,1 ± 0,7
Tecido ósseo (kg)	1,9 ± 0,6	0,001*	2,2 ± 0,8	2,1 ± 0,6	1,5 ± 0,2
DMO TT (g/cm ²)	0,958 ± 0,1	0,848	1,020 ± 0,1	0,945 ± 0,1	0,939 ± 0,1
DMO LB (g/cm ²)	0,903 ± 0,2	0,001*	0,938 ± 0,1	0,899 ± 0,2	0,883 ± 0,2
DMO RU (g/cm ²)	0,428 ± 0,1	0,001*	0,423 ± 0,1	0,440 ± 0,1	0,420 ± 0,1
DMO CF (g/cm ²)	0,705 ± 0,1	0,883	0,777 ± 0,1	0,673 ± 0,1	0,682 ± 0,1
FG (%)	4,3 ± 2,5	0,001*	3,8 ± 2,2	4,5 ± 2,6	4,6 ± 2,8
Fraturas CF (%)	1,3 ± 1,6	0,001*	0,9 ± 1,1	1,6 ± 1,8	1,5 ± 1,8

* $p < 0,05$; GTR: Grupo treinamento resistido; GEA: Grupo exercícios aquáticos; GI: Grupo inativo; MG: Massa gorda; MM: Massa magra; IMME: Índice de massa muscular esquelética; DMO: Densidade mineral óssea; TT: Total; LB: Lombar; RU: Radioulnar; CF: Colo do fêmur; FG: Fraturas graves.

Ao examinar as diferenças entre os grupos na composição corporal, o GTR apresentou valores mais elevados de massa corporal, sendo 19,4% superiores aos do GEA ($p < 0,001$) e 14,5% superiores aos do GI ($p = 0,002$). Em relação à massa gorda, o GTR também apresentou valores mais elevados, com 41,5% a mais em comparação ao GI ($p = 0,008$); por sua vez, o GI apresentou valores 34,4% inferiores aos do GEA ($p = 0,002$). No que se refere à massa magra, o GTR demonstrou valores 30,9% superiores aos do GI ($p = 0,006$), enquanto o GEA apresentou 24,9% mais massa magra em comparação ao GI ($p = 0,006$). Em relação à massa muscular apendicular ajustada pela estatura ao quadrado ($MMA/estatura^2$), o GTR esteve associado a valores 13,4% superiores aos do GEA ($p < 0,001$) e 9,0% superiores aos do GI ($p = 0,018$) (Tabela 2).

Tabela 2. Diferenças entre os grupos em relação à massa corporal, massa gorda, massa magra e índice de massa muscular esquelética

Variável	Grupos	Δ% (p)	IC
Massa corporal	GTR – GEA	19,4 (0,001)*	4,9 – 33,0
	GTR – GI	14,5 (0,002)*	2,8 – 32,4
	GEA – GI	1,6 (0,322)	-1,4 – 46,2
Massa gorda	GTR – GEA	10,8 (0,727)	0,7 – 30,1
	GTR – GI	41,5 (0,008)*	3,4 – 18,3
	GEA – GI	34,4 (0,002)*	3,8 – 26,1
Massa magra	GTR – GEA	8,0 (0,739)	0,7 – 33,8
	GTR – GI	30,9 (0,006)*	3,5 – 18,4
	GEA – GI	24,9 (0,006)*	3,3 – 25,1
IMME	GTR – GI	13,4 (<0,001)*	3,9 – 37,5
	GTR – GI	9,0 (0,018)*	2,8 – 40,3
	GEA – GI	5,2 (0,584)	0,9 – 47,0

* $p < 0,05$; GTR: Grupo treinamento resistido; GEA: Grupo exercícios aquáticos; GI: Grupo inativo; IMME: Índice de massa muscular esquelética.

No que se refere às respostas ósseas, não foram observadas diferenças na massa óssea entre o GTR e o GEA; entretanto, o GTR apresentou valores superiores aos do GI (31,8%; $p = 0,009$), assim como o GEA, que apresentou massa de tecido ósseo 28,6% maior em comparação ao GI ($p = 0,002$). Em relação à DMO, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos nos sítios do rádio distal e da coluna lombar. Em contraste, a DMO de corpo total foi maior no GTR em comparação ao GEA (4,2%; $p = 0,012$) e ao GI (8,6%; $p = 0,029$). A DMO do colo do fêmur também diferiu entre os grupos, com valores 13,4% superiores no GTR em comparação ao GEA ($p = 0,006$) e 12,2% superiores em relação ao GI ($p = 0,012$) (Tabela 3).

Tabela 3. Diferenças entre os grupos em relação ao tecido ósseo e à densidade mineral óssea (total, coluna lombar, antebraço e colo do fêmur)

Variável	Grupos	Δ% (p)	IC
Tecido ósseo	GTR – GEA	4,5 (0,819)	0,6 – 31,4
	GTR – GI	31,8 (0,009)*	3,3 – 19,1
	GEA – GI	28,6 (0,002)*	3,7 – 27,6
DMO total	GTR – GEA	4,2 (0,012)*	3,1 – 32,1
	GTR – GI	8,6 (0,029)*	2,7 – 36,9
	GEA – GI	0,6 (0,968)	0,2 – 46,5
DMO lombar	GTR – GEA	4,1 (0,766)	0,6 – 64,0
	GTR – GI	5,3 (0,572)	1,0 – 64,0
	GEA – GI	1,8 (0,946)	0,3 – 64,0
DMO radioulnar	GTR – GEA	4,0 (0,883)	0,4 – 64,0
	GTR – GI	0,7 (0,994)	0,1 – 64,0
	GEA – GI	4,5 (0,803)	0,6 – 64,0
DMO colo do fêmur	GTR – GEA	13,4 (0,006)*	3,2 – 63,0
	GTR – GI	12,2 (0,012)*	2,9 – 63,0
	GEA – GI	1,3 (0,943)	0,3 – 63,0

* $p < 0,05$; GTR: Grupo treinamento resistido; GEA: Grupo exercícios aquáticos; GI: Grupo inativo.

No que se refere às estimativas de risco de fraturas, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, de acordo com as medidas derivadas do FRAX (Tabela 4).

Tabela 4. Diferenças entre os grupos no risco de fraturas graves e fraturas do colo do fêmur

Variável	Grupos	$\Delta\%$ (p)	IC
Fraturas graves	GTR – GEA	18,4 (0,546)	1,0 – 31,6
	GTR – GI	21,5 (0,994)	0,1 – 35,4
	GEA – GI	2,2 (0,517)	1,1 – 46,8
Fraturas do colo do fêmur	GTR – GEA	16,6 (0,470)	1,2 – 27,4
	GTR – GI	17,2 (0,973)	0,2 – 36,9
	GEA – GI	6,2 (0,241)	1,6 – 42,8

* $p < 0,05$; GTR: Grupo treinamento resistido; GEA: Grupo exercícios aquáticos; GI: Grupo inativo.

4. Discussão

O presente estudo demonstrou que mulheres idosas praticantes de treinamento resistido (GTR) e exercícios aquáticos (GEA) apresentaram perfis mais favoráveis de composição corporal, particularmente em relação à massa gorda (+41,5%; $p = 0,008$ e +34,4%; $p = 0,002$, respectivamente) e à massa magra (ambos $p = 0,006$; sendo: GTR +30,9% e GEA +24,9%), quando comparadas a mulheres idosas inativas (GI). Esses achados refletem associações observadas em um delineamento transversal, não devendo ser interpretados como efeitos causais. Valores mais elevados de massa corporal também foram observados no GTR em comparação ao GEA (+19,4%; $p = 0,001$) e ao GI (+14,5%; $p = 0,002$). No que se refere à massa muscular apendicular ajustada pela estatura ao quadrado ($MMA/estatura^2$), as participantes do GTR apresentaram valores significativamente superiores aos do GEA (+13,4%; $p < 0,001$) e do GI (+9,0%; $p = 0,018$), indicando uma associação entre a prática de treinamento resistido e perfis de massa muscular mais favoráveis, relacionados à sarcopenia. Considerando o caráter observacional e transversal do estudo, esses resultados não devem ser interpretados como evidência de relação de causa e efeito.

Exercícios que estimulam a força muscular, como o treinamento resistido e os exercícios aquáticos, têm sido consistentemente associados na literatura a uma melhor manutenção da composição corporal em adultos idosos^{15,16}. A maior massa gorda observada nos grupos ativos deve ser interpretada com cautela, uma vez que pode refletir respostas adaptativas relacionadas à ingestão alimentar, ao balanço energético ou à modulação metabólica comumente observada em indivíduos fisicamente ativos¹⁷. Importante destacar que a maior massa gorda não impediu a presença de maior massa magra, também evidenciada em ambos os grupos ativos. Essas associações podem ser explicadas por mecanismos fisiológicos descritos em estudos prévios, tais como o aumento da síntese proteica muscular, maior disponibilidade energética e modulação hormonal promovidas pela prática regular de atividade física¹⁸.

Embora ambos os grupos ativos tenham apresentado valores mais elevados de massa magra, apenas o GTR esteve associado a valores mais elevados de massa muscular apendicular ajustada pela estatura ao quadrado ($MMA/estatura^2$), sugerindo uma associação mais robusta com a preservação da massa muscular quando comparado tanto às participantes inativas quanto àquelas praticantes de exercícios aquáticos. Essa diferença pode estar relacionada às características biomecânicas inerentes aos exercícios realizados em ambiente terrestre, que permitem maiores níveis de tensão muscular, particularmente durante contrações excêntricas, proporcionando estímulos mais intensos para a hipertrofia muscular. Em contraste, o ambiente aquático reduz a carga gravitacional e as forças de impacto, o que, embora seja benéfico para a segurança e a adesão ao exercício, pode limitar a magnitude dos estímulos mecânicos necessários para ganhos mais expressivos de massa muscular⁵. Essas interpretações permanecem de natureza teórica e baseiam-se na literatura existente, não devendo ser interpretadas como inferências causais diretas.

Além disso, os grupos ativos apresentaram maior massa de tecido ósseo, com o GTR demonstrando valores significativamente superiores em comparação ao GI (+31,8%; $p = 0,009$), enquanto o GEA também exibiu maior massa de tecido ósseo em relação ao GI (+28,6%; $p = 0,002$). No entanto, essas diferenças na massa de tecido ósseo não se refletiram de forma consistente em diferenças na DMO em todos os sítios esqueléticos avaliados. A DMO total foi maior no GTR quando comparado tanto ao GEA (+4,2%; $p = 0,012$) quanto ao GI (+8,6%; $p = 0,029$). Em conjunto, esses achados sugerem que a prática do treinamento de força esteve associada a valores mais elevados de DMO, enquanto o exercício aquático apresentou uma associação mais limitada com esse desfecho, especialmente quando considerados os efeitos ósseos sítio-específicos.

As diferenças observadas na DMO podem ser interpretadas à luz de princípios fisiológicos bem estabelecidos, uma vez que a contração muscular gera forças compressivas e de tração capazes de estimular a remodelação óssea por meio de mecanismos de mecanotransdução^{8,17,18}. No entanto, considerando o delineamento transversal do presente estudo, tais mecanismos não podem ser testados diretamente e são discutidos apenas como explicações teóricas de suporte.

De acordo com Santos et al.¹⁹, o treinamento de força pode estar mais fortemente associado a aumentos da DMO dos membros inferiores, particularmente no colo do fêmur, dependendo do volume e da intensidade do treinamento. No presente estudo, a análise regional revelou diferenças significativas apenas no colo do fêmur, no qual o GTR apresentou valores de DMO 13,4% superiores aos do GEA ($p = 0,006$) e 12,2% superiores aos do GI ($p = 0,012$). Esses achados estão em consonância com evidências observacionais e intervencionais prévias e reforçam a relevância da carga mecânica para adaptações ósseas sítio-específicas, em concordância com Wilk et al.⁵.

Embora o exercício aquático seja frequentemente mais aceito entre idosos, especialmente aqueles com limitações físicas ou receio de realizar exercícios em ambiente terrestre^{20,21}, o treinamento de força apresentou associações mais robustas com perfis favoráveis de composição corporal e DMO nesta amostra. De acordo com Going et al.²², o treinamento de força pode aumentar a DMO entre 1% e 3%, principalmente em mulheres idosas. Resultados semelhantes foram relatados em uma revisão sistemática e meta-análise

conduzida por Massini et al.²³, que demonstrou a eficácia do treinamento de força na melhora e manutenção da DMO, recomendando fortemente essa modalidade para idosos, em virtude da perda óssea relacionada ao envelhecimento amplamente documentada. Entretanto, apesar dessas associações consistentes, os mecanismos bioquímicos subjacentes ainda não são completamente compreendidos.

É importante enfatizar que ambas as modalidades de exercício são clinicamente relevantes. Conforme destacado por Schinzel et al.²¹, embora o treinamento de força seja mais eficaz quando comparado ao exercício aquático, idosos com limitações funcionais, medo de realizar atividades em ambiente terrestre ou baixa motivação tendem a apresentar maior adesão ao exercício aquático. Nesses contextos, o exercício aquático representa uma alternativa valiosa, uma vez que permanece associado a benefícios na composição corporal e na saúde musculoesquelética, podendo contribuir para a manutenção da independência funcional.

Em relação ao risco de fratura, o FRAX foi incluído exclusivamente como uma ferramenta descritiva e contextual para caracterizar o perfil de risco de fratura da população estudada. Considerando o delineamento transversal do estudo, a natureza preditiva populacional do FRAX e o tempo relativamente curto de prática de exercício, os escores do FRAX não foram interpretados como desfechos responsivos à modalidade de exercício. A ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos reforça seu papel como um descritor clínico complementar, e não como um indicador de efeitos relacionados ao exercício.

Este estudo apresenta algumas limitações. A frequência semanal de treinamento foi relativamente baixa (duas sessões por semana), em razão de restrições logísticas dos programas de extensão, o que pode ter limitado a magnitude das associações observadas. A variabilidade na assiduidade também pode ter influenciado a consistência da exposição ao exercício. A ausência de controle dietético constitui outra limitação relevante, considerando sua influência direta sobre a composição corporal. Além disso, embora o cálculo amostral a priori baseado na massa magra tenha indicado adequação, estimativas post hoc para a DMO do colo do fêmur sugeriram que amostras maiores seriam necessárias para detectar diferenças clinicamente relevantes, aumentando o risco de erro do tipo II para alguns desfechos ósseos.

Além disso, embora comorbidades e o uso de medicamentos que afetam o metabolismo muscular e ósseo tenham sido considerados nos critérios de exclusão, outros fatores, como a ingestão alimentar detalhada, a terapia de reposição hormonal e a prática de atividade física fora dos programas estruturados, não foram controlados de forma sistemática. Esses fatores podem ter influenciado tanto a massa muscular quanto a DMO e devem ser abordados em estudos futuros para aumentar a validade interna dos achados.

Apesar dessas limitações, os achados fornecem evidências observacionais relevantes que sustentam a associação entre a prática de exercícios (particularmente o treinamento resistido) e perfis mais favoráveis de composição corporal e DMO em mulheres idosas. O treinamento resistido parece estar mais fortemente associado à saúde musculoesquelética, enquanto o exercício aquático permanece como uma alternativa viável e benéfica para indivíduos com limitações funcionais ou menor tolerância a exercícios realizados em solo.

5. Conclusão

Em síntese, tanto o treinamento resistido quanto o exercício aquático estiveram associados a perfis mais favoráveis de composição corporal e valores de DMO em mulheres idosas, com diferenças na magnitude dessas associações. O treinamento resistido apresentou associações mais fortes com indicadores de massa muscular relacionados à sarcopenia, enquanto o exercício aquático também se associou a perfis musculoesqueléticos positivos, embora mais modestos, sendo particularmente relevante para mulheres idosas com menor capacidade funcional ou reduzida tolerância a exercícios realizados em solo. Considerando o delineamento observacional transversal, esses achados não permitem inferências causais sobre os efeitos das modalidades de exercício. Os mecanismos bioquímicos e fisiológicos subjacentes a essas associações ainda precisam ser elucidados. Dessa forma, estudos longitudinais e intervencionais futuros são necessários para confirmar essas associações e subsidiar estratégias de exercício mais eficazes e individualizadas voltadas à promoção da saúde óssea e muscular em mulheres idosas.

Financiamentos

Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio dos Editais 170036/2024-3 e 170099/2024-5. O financiador não participou do delineamento nem da execução do estudo.

Contribuições dos autores

Os autores declaram ter contribuído substancialmente para o trabalho em termos de concepção ou delineamento da pesquisa; aquisição, análise ou interpretação dos dados; e elaboração ou revisão crítica do conteúdo intelectual relevante. Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada e concordam em assumir responsabilidade pública por todos os aspectos do estudo.

Conflitos de interesse

Não foram declarados conflitos financeiros, legais ou políticos envolvendo terceiros (governo, empresas privadas, fundações, etc.) em nenhum aspecto do trabalho submetido (incluindo, mas não se limitando a bolsas e financiamentos, participação em comitês consultivos, delineamento do estudo, preparação do manuscrito, análise estatística, entre outros).

Indexadores

A *Revista Pesquisa em Fisioterapia* é indexada no [DOAJ](#), [EBSCO](#), [LILACS](#) e [Scopus](#).



Referências

1. Sornay-Rendu E, Duboeuf F, Chapurlat RD. Postmenopausal women with normal DMO who have fractures have deteriorated bone microarchitecture: a prospective analysis from the OFELY study. *Bone*. 2024;182(1):117072. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2024.117072>
2. Sangali TD, Souza GC, Ribeiro ÉCT, Perry IDS. Sarcopenia: Marcadores Inflamatórios e Humorais em Pacientes Idosos com Insuficiência Cardíaca. *Arq Bras Cardiol*. 2023;120(7):e20220369. <https://doi.org/10.36660/abc.20220369>
3. Su Y, Chen Z, Xie W. Swimming as treatment for osteoporosis: a systematic review and meta-analysis. *Biomed Res Int*. 2020;15(1):6210201. <https://doi.org/10.1155/2020/6210201>

4. Souza JM, Almeida MT, Vale RGS, Bello MND, Pinheiro CJB. Efeitos dos exercícios físicos na densidade mineral óssea de mulheres acima de 50 anos: revisão integrativa. *Biológicas & Saúde*. 2021;11(40):11–28. <https://doi.org/10.25242/8868114020212468>
5. Wilk M, Zajac A, Tufano JJ. The influence of movement tempo during resistance training on muscular strength and hypertrophy responses: a review. *Sports Med*. 2021;51(8):1629–50. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01465-2>
6. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. Métodos de pesquisa em atividade física. 6th ed. Petersen RDS, translator. Porto Alegre: Artmed; 2012.
7. Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady DG, Newman TB. *Designing Clinical Research*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
8. Santos WR, Santos WR, Paes PP, Ferreira-Silva IA, Santos AP, Vercese N, et al. Impact of strength training on bone mineral density in patients infected with HIV exhibiting lipodystrophy. *J Strength Cond Res*. 2015;29(12):3466–71. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001001>
9. Santos WR, Santos WR, Paes PP, Fernandes TM, Tenório KER, Fernandes APM. Impacto do treinamento de força na densidade mineral óssea em pacientes HIV positivo. *Fisioter Mov*. 2022;35(1):e35117. <https://doi.org/10.1590/fm.2022.35117>
10. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
11. Albergaria BH, Zerbini CAF, Lazaretti-Castro M, Eis SR, Vilaca T, Johansson H, et al. A new FRAX model for Brazil. *Arch Osteoporos*. 2023;18(1):144. <https://doi.org/10.1007/s11657-023-01354-3>
12. Slart RHJA, Punda M, Ali DS, Bazzocchi A, Bock O, Camacho P, et al. Updated practice guideline for dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2025;52(2):539–63. <https://doi.org/10.1007/s00259-024-06912-6>
13. ABRASSO (Associação Brasileira de Avaliação Óssea e Osteometabolismo). Calculadora FRAX adaptada para a população brasileira. [Internet]. 2025 [citado 2025 Jul 1]. Disponível em: <https://abrasso.org.br/frax-brasil/>
14. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334–59. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
15. Chen W, Siew-Pin JL, Wu Y, Huang N, Teo WP. Identifying exercise and cognitive intervention parameters to optimize executive function in older adults with mild cognitive impairment and dementia: a systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2024;21(1):22. <https://doi.org/10.1186/s11556-024-00357-4>
16. Chisari E, Pavone V, Sessa G, Ravalli S, Musumeci G. Electromyostimulation and whole-body vibration effects in elder sarcopenic patients. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2019;9(3):433–41.
17. Landi F, Calvani R, Tosato M, Martone AM, Ortolani E, Saveria G, et al. Protein intake and muscle health in old age: from biological plausibility to clinical evidence. *Nutrients*. 2016;8(5):295. <https://doi.org/10.3390/nu8050295>
18. Gehlert S, Weinisch P, Römisch-Margl W, Jaspers RT, Artati A, Adamski J, et al. Effects of acute and chronic resistance exercise on the skeletal muscle metabolome. *Metabolites*. 2022;12(5):445. <https://doi.org/10.3390/metabo12050445>
19. Santos WR, Santos WR, Paes PP, Fernandes TM, Fernandes APM, et al. Impact of strength training on reducing risk of fractures in people living with Human Immunodeficiency Virus. *J Bodyw Mov Ther*. 2025;41(1):13–20. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.11.012>
20. Falagas ME, Zarkadoulia E, Rafailidis PI. The therapeutic effect of balneotherapy: evaluation of the evidence from randomised controlled trials. *Int J Clin Pract*. 2009;63(7):1068–84. <https://doi.org/10.1111/j.1742-1241.2009.02062.x>
21. Schinzel E, Kast S, Kohl M, von Stengel S, Jakob F, Kersch-Schindl K, et al. The effect of aquatic exercise on bone mineral density in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Front Physiol*. 2023;14:1135663. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1135663>
22. Going SB, Lauder milk M. Osteoporosis and strength training. *Am J Lifestyle Med*. 2009;3(4):310–19. <https://doi.org/10.1177/1559827609334979>
23. Massini DA, Nedog FH, Oliveira TP, Almeida TAF, Santana CAA, Neiva CM, et al. The effect of resistance training on bone mineral density in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Healthcare*. 2022;10(6):1129. <https://doi.org/10.3390/healthcare10061129>