

Atuação de exercícios aquáticos em mulheres com baixa densidade mineral óssea

Performance of physical exercises in aquatic in women with low bone mineral density

Realización de ejercicios acuáticos en mujeres con baja densidad mineral ósea

Diane Duarte Hartmann
Jaqueline Fátima Biazus
Luiz Fernando Rodrigues Junior
Carla Mirelle Giotto Mai

RESUMO: A osteoporose é um distúrbio do metabolismo ósseo, caracterizado pela diminuição densidade mineral óssea (DMO), levando à deterioração da massa e estrutura óssea, aumentando a fragilidade e o risco de fraturas. Poucos estudos buscam analisar/comparar os recursos terapêuticos (no meio aquático e solo) para prevenção e tratamento. Investigaram-se dois protocolos de exercício (solo e meio aquático) quanto a alterações etárias e baixa da DMO. Como Métodos, idosas com baixa DMO triadas por critérios de inclusão/exclusão, com 17 delas obedecendo a eles. Para a Avaliação, um questionário com histórico de quedas, medidas antropométricas, avaliação da flexibilidade e equilíbrio, força muscular e densitometria mineral óssea. Posteriormente a divisão das idosas em dois grupos: Terapia Aquática (GA) e Solo (GS), em duas sessões semanais de fortalecimento e treino de equilíbrio, 50 minutos, oito semanas. Ao final, reavaliação das participantes. Como Resultados: o exercício em meio aquático aumentou o escore da escala de equilíbrio de Berg (EEB) e da flexibilidade em comparação ao grupo-controle. Apesar do aumento da força muscular, comparado com a pré-avaliação, não observada diferença significativa entre os grupos-intervenção após os protocolos de exercícios. Concluiu-se que ambos são efetivos no tratamento da osteopenia/osteoporose, observada uma maior adesão das participantes em GA. Não foi observada diferença significativa entre os grupos após as avaliações.

Palavras-chave: Envelhecimento; Osteoporose; Terapia por Exercício; Fisioterapia.

ABSTRACT: *Osteoporosis is the most common bone metabolism disorder, characterized by bone mineral density (BMD), which leads to a deterioration of bone mass and structure, increasing bone fragility and a higher risk of fracture. Minor damage to stress and speed of physical activity, increasing speed and getting denser. However, studies seek to analyze and compare therapeutic resources (water and soil) for the prevention and treatment of osteoporosis / osteoporosis. Two exercise protocols (soil and water) were investigated for age changes and low BMD. As Methods, elderly women with low BMD screened by inclusion / exclusion criteria, with 17 of them obeying them. For the Assessment, a questionnaire with a history of falls, anthropometric measurements, assessment of flexibility and balance, muscle strength and bone mineral densitometry. Subsequently, the elderly were divided into two groups: Aquatic Therapy (GA) and Solo (GS), in two weekly sessions of strengthening and balance training, 50 minutes, eight weeks. At the end, reassessment of the participants. As Results: exercise in an aquatic environment increased the Berg balance scale (BSE) score and flexibility compared to the control group. Despite the increase in muscle strength, compared to the pre-assessment, there was no significant difference between the intervention groups after the exercise protocols. It was concluded that both are effective in the treatment of osteopenia / osteoporosis, with greater adherence by participants in GA. There was no significant difference between groups after the evaluations.*

Keywords: *Aging; Osteoporosis; Exercise Therapy; Physiotherapy.*

RESUMEN: *La osteoporosis es un trastorno del metabolismo óseo, caracterizado por una disminución de la densidad mineral ósea (DMO), que conduce al deterioro de la masa y estructura ósea, aumentando la fragilidad y el riesgo de fracturas. Pocos estudios buscan analizar / comparar recursos terapéuticos (en el medio acuático y suelo) para la prevención y el tratamiento. Se investigaron dos protocolos de ejercicio (suelo y agua) para detectar cambios de edad y baja DMO. Como Métodos, mujeres ancianas con baja DMO cribadas por criterios de inclusión / exclusión, cumpliendo 17 de ellas. Para la evaluación, un cuestionario con antecedentes de caídas, medidas antropométricas, valoración de flexibilidad y equilibrio, fuerza muscular y densitometría mineral ósea. Posteriormente, los ancianos se dividieron en dos grupos: Terapia Acuática (GA) y Solo (GS), en dos sesiones semanales de entrenamiento de fortalecimiento y equilibrio, 50*

minutos, ocho semanas. Al final, reevaluación de los participantes. Resultados: el ejercicio en un medio acuático aumentó la puntuación y la flexibilidad de la escala de equilibrio de Berg (BSE) en comparación con el grupo de control. A pesar del aumento de la fuerza muscular, en comparación con la evaluación previa, no hubo diferencias significativas entre los grupos de intervención después de los protocolos de ejercicio. Se concluyó que ambos son efectivos en el tratamiento de la osteopenia / osteoporosis, con mayor adherencia por parte de los participantes en AG. No hubo diferencia significativa entre los grupos después de las evaluaciones.

Palabras clave: *Envejecimiento; Osteoporosis; Terapia de ejercicio; Fisioterapia.*

Introdução

O envelhecimento do ser humano tem sido um foco de atenção crescente de cientistas em todo o mundo, visando a melhorar a qualidade de vida para essa população (Rebelatto, Calvo, Orejuela, & Portillo, 2006). Este é um processo que desencadeia uma série de alterações fisiológicas com mudanças no domínio biopsicossocial ao longo da vida, desde a concepção até a morte (Ministério da Saúde, 2010).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), estima-se que a população idosa cresça até 2020, cerca de 25 milhões, dos quais 60% aproximadamente do sexo feminino, gerando um aumento da população idosa e das taxas de doenças crônico-degenerativas, entre as quais a osteoporose. O Ministério da Saúde traz que 1/3 das mulheres brancas acima dos 65 anos são portadoras de osteoporose (Ministério da Saúde, 2010). Estima-se que ela afete aproximadamente 55% da população acima dos 50 anos de idade nos Estados Unidos e 15% da população brasileira (Kuczyński, & Ostrowska, 2006).

A osteoporose é o distúrbio mais comum do metabolismo ósseo, caracterizado por diminuição da densidade mineral óssea (DMO), o que leva ao aumento do risco de fratura (McAllister, *et al.*, 2008). A baixa densidade mineral óssea (DMO) é caracterizada pela deterioração da massa óssea e da sua estrutura, acarretando um aumento da fragilidade óssea e um maior risco de fraturas (Souza, 2010). Atinge homens e mulheres com

predominância no gênero feminino com deficiência estrogênica (Khajuria, Razdan, & Mahapatra, 2011).

A fratura por baixa DMO tem elevada prevalência e representa importante problema de saúde pública no Brasil, ocorrendo com maior frequência nas vértebras, fêmur e antebraço respectivamente (Ministério da Saúde, 2010; Pinto, *et al.*, 2002). Além de fragilidade mecânica, mulheres com baixa DMO apresentam maiores riscos de queda, devido à diminuição mais pronunciada da força muscular e do equilíbrio, em relação a mulheres sem baixa DMO (Pinto Neto, *et al.*, 2002).

Na baixa DMO, a capacidade do sistema esquelético de suportar as solicitações mecânicas está comprometida e exercícios no meio líquido tornam-se mais seguros e efetivos para o fortalecimento geral (Santos, & Borges, 2010; Moreira, *et al.*, 2014). No meio aquático, as forças de compressão apresentam-se reduzidas, o efeito de flutuar, a gravidade reduzida, e a propriedade de resistência da água fazem, da piscina, um excelente recurso para obter o aumento de força e estabilização do tronco de forma segura (Ocarino, & Serakides, 2006). Para cada fase da baixa DMO, existe um programa hidroterápico indicado; porém, o programa básico visa à diminuição do risco de fraturas, redução da perda óssea, alívio da dor (caso ela exista), melhora da movimentação (Santos, & Borges, 2010; Moreira, *et al.*, 2014).

Os ossos são moldados pelas forças aplicadas sobre eles e respondem ao esforço, tornando-se mais fortes, sem o estresse ou a tensão da atividade física; eles tendem a perder cálcio e ficam menos densos (Ocarino, & Serakides, 2006; Cadore, Brentano, & Kruehl, 2005). Os exercícios físicos utilizando pesos estimula a liberação de hormônios anabolizantes, o que reflete numa melhor osteogênese, aumento da atividade dos osteoblastos, promovendo aumento da fixação do cálcio no osso, aumentando assim o tamanho e a força do mesmo, aumento da massa muscular, melhorando o equilíbrio e promovendo melhora na agilidade e flexibilidade (Santos, & Borges, 2010; Teixeira, *et al.*, 2013).

Portanto, diante da deficiência de estudos que busquem analisar e comparar recursos terapêuticos para a prevenção e o tratamento da osteopenia/osteoporose, e o aumento da expectativa de vida, que pode ser associado ao aumento da incidência da osteopenia/osteoporose, este estudo tem, como objetivo, investigar e comparar dois

protocolos de exercício (solo e em meio aquático) quanto a alterações associadas com a idade e a baixa da DMO.

Métodos

Delineamento experimental

Participaram do estudo 17 mulheres com diagnóstico de osteoporose de colo de fêmur e/ou coluna lombar, entre 55 e 80 anos, selecionadas a partir da lista fornecida pelo Laboratório de Ensino Prático (LEP) em Fisioterapia da Universidade Franciscana (UFN).

Foram critérios de inclusão: ter diagnóstico de osteoporose (DMO abaixo de 2,5, desvio-padrão em coluna lombar ou colo do fêmur total), idade entre 55 e 80 anos, gênero feminino e não estar realizando exercício físico ou fisioterapia convencional; e de exclusão, a presença de doenças neurológicas, deficiência visual grave, incapacidade física de participar do protocolo de exercícios e testes, amputações ou uso de próteses de membros inferiores, cognitivo não preservado, hipertensão arterial sistêmica não controlada, e ultrapassarem 10% de faltas nas atividades estabelecidas.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, as participantes foram alocadas aleatoriamente no grupo-exercício em meio aquático (GA) e grupo de exercícios-em solo (GS); as participantes de ambos os grupos foram avaliadas pré- e pós-intervenção. Ao final do protocolo de exercícios, o grupo GA contou com participação de 11 mulheres e o grupo GS com apenas 6 mulheres.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Franciscana sob o número 162.843, conforme critérios éticos estabelecidos pela Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, de 10 de outubro de 1996.

Procedimento

Foi utilizado questionário para obter dados sociodemográficos, características antropométricas e histórico de quedas. O equilíbrio funcional foi medido pela Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), a flexibilidade pelo Banco de Wells, a força muscular

isométrica dos membros inferiores por dinamômetro, e a densidade mineral óssea, na coluna lombar e colo do fêmur, foi medida através da Densitometria mineral óssea, cujas participantes, todas, foram encaminhadas ao mesmo laboratório de imagem da cidade de Santa Maria, RS.

Equilíbrio funcional

A EEB, validade para língua portuguesa por Miyamoto, Lombardi, Berg, Ramos, & Natour (2004), avalia o equilíbrio funcional em 14 itens comuns à vida diária. Cada um deles dispõe de uma escala ordinal de cinco alternativas, que variam de 0 a 4 pontos, com pontuação máxima de 56; esta escala atende a várias propostas: descrição quantitativa da habilidade de equilíbrio funcional, acompanhamento do progresso dos pacientes e avaliação da efetividade das intervenções na prática clínica e em pesquisas.

Força muscular

Foi medida a força muscular isométrica de extensão de joelho, solicitando que as voluntárias realizassem três contrações (seis segundos cada) para cada teste, com 30 segundos de descanso. Foi utilizado o dinamômetro (MIOTOOL 400, Miotec, Brasil). Antes de cada avaliação do desempenho muscular do torque extensor, foi realizada a calibração do equipamento. O quadril das voluntárias foi estabilizado com cinto adaptado na cadeira extensora, foram instruídas sobre o correto posicionamento e realizada uma tentativa como forma de familiarização da voluntária ao equipamento utilizado. Foram realizadas três tentativas, sendo que a de maior torque foi a utilizada para os resultados. Foi administrado um intervalo de 30 segundos entre uma tentativa e outra, o mesmo tempo entre um membro e outro. Para a extensão dos joelhos, as participantes permaneceram sentadas, com o tórax na posição vertical e os braços cruzados sobre o peito, sem tocar os pés no chão. Os joelhos foram mantidos a 90 graus. As voluntárias foram instruídas a usar a força máxima de contração, assim que solicitado. Esta foi captada pela célula de carga digital do Miotool e registrada pelo *software* Miograph (*Software* Biofeedback Miograph 1.5.4).

Protocolo de exercícios

O protocolo de exercícios foi realizado segundo o proposto por Hinman, Heywood, & Day (2007), sendo realizadas duas sessões na semana, com duração de 50 minutos, utilizando-se a Escala Subjetiva ao Esforço de Borg entre 11 (leve) e 13 (pouco intenso), totalizando 8 semanas de atividades físicas. Antes e após 10 minutos da execução de cada sessão, foram aferidos os sinais vitais para fins de controle, e as participantes realizaram uma sessão prévia para ambientação em meio líquido antes do início da intervenção. O protocolo consistiu em exercícios sem carga na 1ª e 2ª semana, pesos para membros inferiores de 1kg na 3ª a 4ª semanas, alternância de 1kg e 2kg nas 5ª e 6ª semanas e 2 kg nas 7ª a 8ª semanas. Para membros superiores, o GA fez uso de espaguete e o GS de halteres de 500g. A pesquisa teve duração total de 12 semanas, entre avaliações pré- e pós-, além da aplicação do protocolo.

Análise estatística

Os dados foram digitados em um banco de dados do Excel e a análise estatística no programa GraphPad Prism 6.0. Foi testada a normalidade dos dados através do Teste de Shapiro-Wilk, optou-se pela utilização do teste ANOVA de 2 vias, seguido do pós-teste de Bonferroni, e a correlação de Pearson, $p \leq 0,05$ foi considerada significativa.

Resultados

O estudo obteve a adesão de 17 mulheres com osteopenia/osteoporose, comprovada através de densitometria óssea, divididas em dois grupos de intervenção que, ao final, contou com 6 mulheres no GS e 11 no GA.

A média de idade no grupo GS foi $65,12 \pm 2,38$, e no GA foi de $67,4 \pm 3,68$ anos. Com relação ao quadro de perda de densidade mineral óssea, participantes do grupo GS 3 apresentavam DMO abaixo de 2,5 em coluna lombar, e 5 em colo do fêmur total; já no grupo de intervenção GA 4 apresentavam baixa DMO em coluna lombar, e as 11 participantes apresentavam baixa DMO em colo do fêmur total. No histórico de quedas, as participantes do GS relataram ter sofrido $4 \pm 0,2$ quedas no último ano, enquanto as

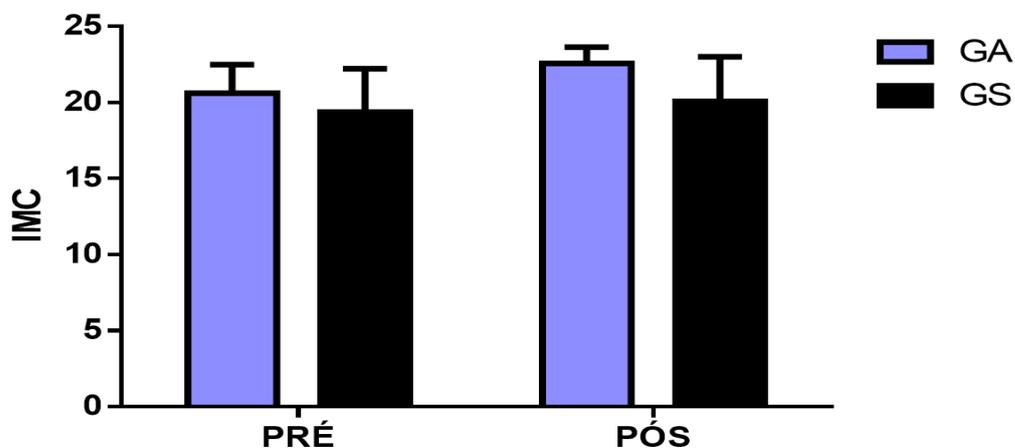
participantes do GA $7 \pm 0,2$ quedas no mesmo período. Com relação ao local da queda, todas as participantes relataram que as quedas ocorreram na própria residência, a mais frequente. Foram questionadas também sobre fraturas decorrentes, as mulheres que participaram no GS 2 relataram fratura, e no GA 3 das participantes (Tabela 1). Quanto à avaliação antropométrica dos grupos, observamos que os protocolos de exercícios alteram o IMC das participantes em comparação com a pré-intervenção (Fig. 1).

Tabela 1: Caracterização da população amostral do estudo

Variáveis	GS (n=5) média ± DP	GA (n=11) média ± DP	Valor p
Idade (anos)	65,1 ± 2,4	67,4 ± 3,7	0,586
Baixa DMO			
Coluna lombar	n=3	n=4	0,500
Fêmur total	n=5	n=11	0,192
N.º de quedas no último ano	4 ± 0,2	7 ± 0,2	0,681
N.º de fraturas	2	3	0,638

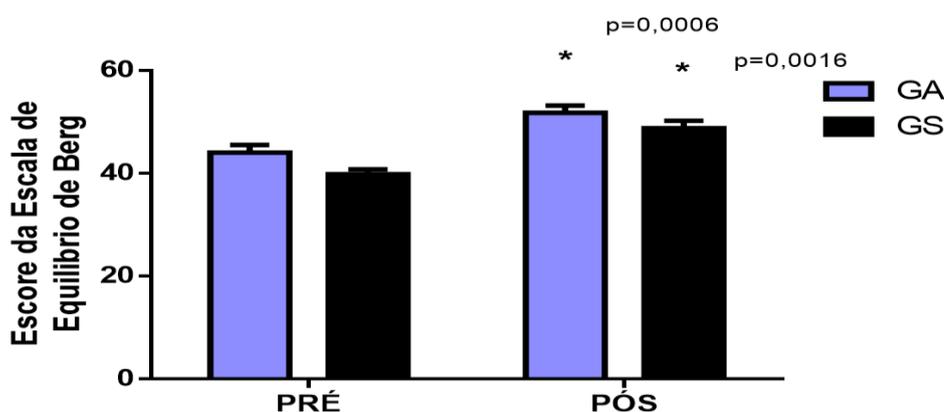
GS: grupo que participou de exercícios no solo; GA grupo que participou de exercícios no meio aquático

Figura 1. Protocolos de exercícios em meio aquático e solo alteram a composição corporal das participantes. IMC [massa/altura² (kg/m²)] *p<0,05 comparado à pré-avaliação e # grupos de intervenção. Os dados foram analisados usando-se ANOVA de duas vias, seguido pelo pós-teste de Bonferroni (n= 5-11)



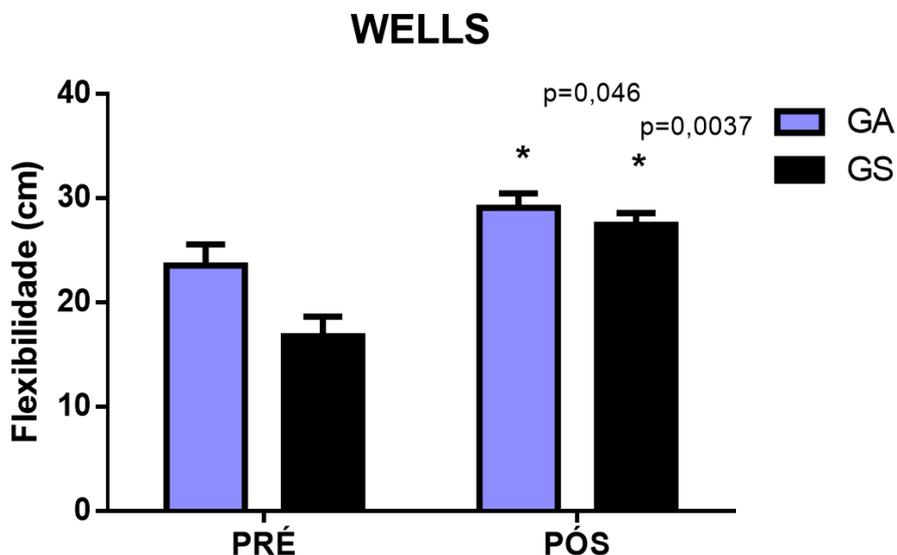
Os exercícios no solo e em meio aquático promoveram o aumento significativo pós-intervenção no equilíbrio mensurado pela EEB, comparado à pré-avaliação, o escore de equilíbrio das participantes do grupo GS aumentou de 17% que representou 7 pontos na EEB ($p<0,001$), e o grupo GA apresentou aumento de 11%, 5 pontos na escala ($p<0,001$) (Fig. 2). Não foi observada diferença significativa entre os grupos pela ANOVA de duas vias, após oito semanas de exercícios no solo e em meio aquático.

Figura 2. Protocolos de exercícios em meio aquático e no solo promovem a melhora no equilíbrio de mulheres com baixa DMO. O protocolo de exercícios em meio aquático apresentou melhora significativa ($p<0,05$) no escore de equilíbrio das participantes, comparado ao escore da pré-avaliação. Os dados foram analisados, usando-se ANOVA de duas vias, seguido pelo pós-teste de Bonferroni. * $p<0,05$ comparado à pré-avaliação e # grupos de intervenção. (n= 5-11)



Na fig. 3, foi demonstrado que oito semanas de atividades físicas no solo e no meio aquático acarretaram o aumento significativo da flexibilidade dessas mulheres, em comparação com a pré-avaliação ($p<0,001$ para GS e $p<0,05$ para GA). Isso representou um aumento de 10,68 centímetros no GS, 63% em comparação à pré-avaliação, e o protocolo de exercícios no meio aquático promoveu o aumento de 5,51 centímetros, 23% em relação ao começo da atividade física. ANOVA de duas vias não demonstrou diferença estatística significativa entre os grupos na pós-avaliação.

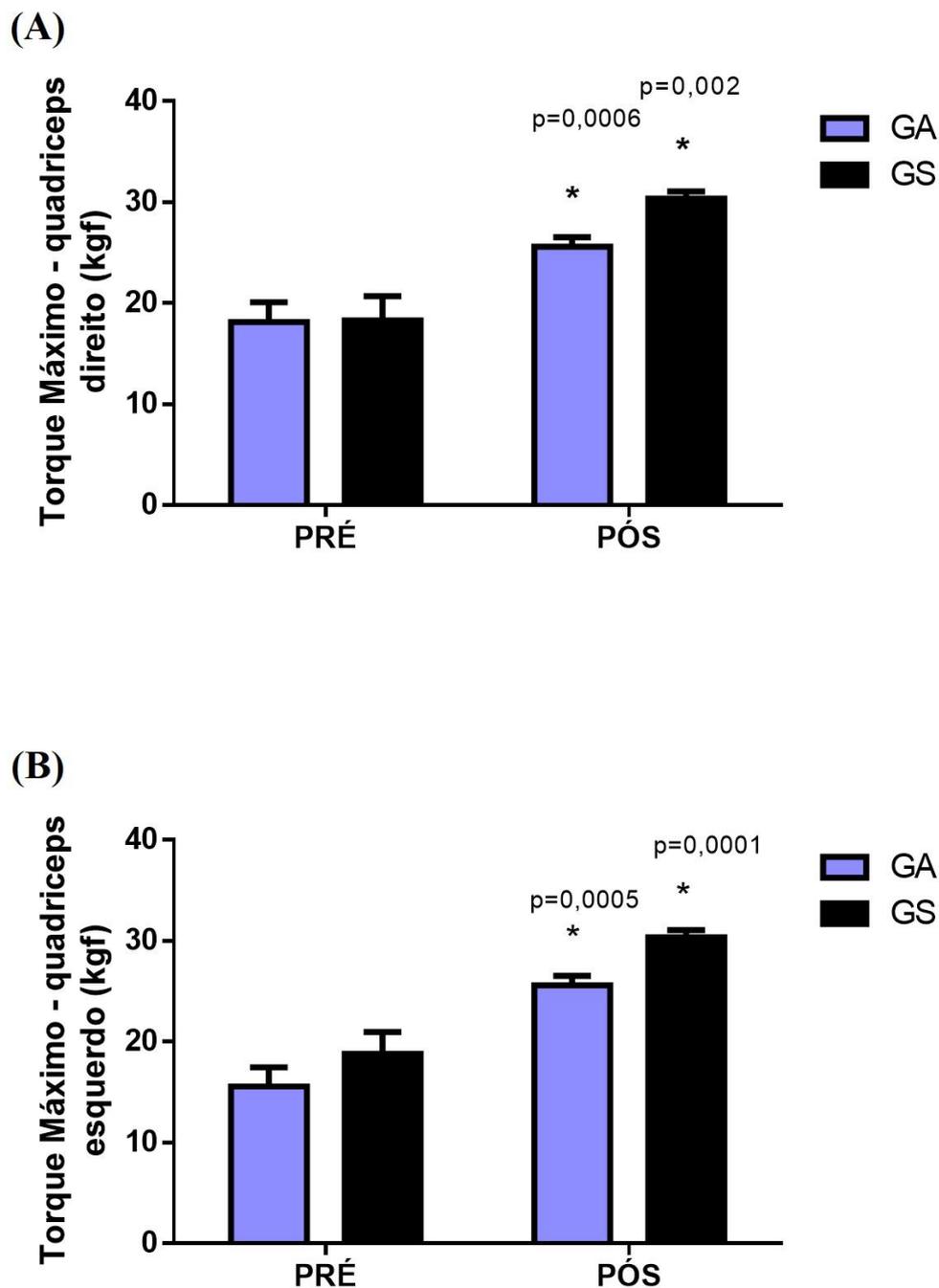
Figura 3. Protocolos de exercícios em meio aquático e solo promoveram o aumento da flexibilidade em mulheres com baixa DMO. Teste de flexibilidade avaliado pelo Banco de Wells apresentou melhora significativa ($p < 0,05$) das participantes, comparado ao escore da pré-avaliação. Os dados foram analisados, usando-se ANOVA de duas vias, seguido pelo pós-teste de Bonferroni. * $p < 0,05$ comparado à pré-avaliação e # grupos de intervenção. (n= 5-11)



Da mesma maneira, os protocolos de exercícios no solo e meio aquático, proporcionaram o aumento significativo do torque máximo de quadríceps das participantes, GS obteve aumento significativo de 12 kgf no quadríceps direito e esquerdo ($p < 0,001$), representando o aumento de 66% e 76%, respectivamente.

No protocolo em meio aquático, a força máxima mensurada entre as participantes aumentou 8 kgf no quadríceps direito e 9 kgf no esquerdo ($p < 0,001$), demonstrando um incremento de 42% e 52%, respectivamente. Não foi observada diferença significativa entre os grupos após o protocolo de exercícios pela ANOVA de duas vias (Fig. 4A e 4B).

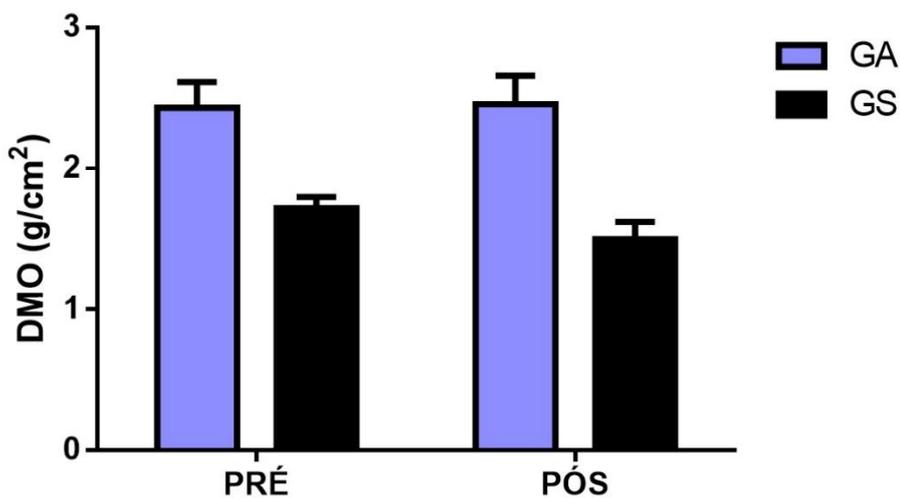
Figura 4. Protocolos de exercícios em meio aquático e solo promoveram o aumento do torque máximo em mulheres com baixa DMO. O torque máximo avaliou a força muscular, e apresentou melhora significativa ($p < 0,05$) das participantes comparado ao escore da pré-avaliação. (A) Torque máximo quadríceps direito. (B) Torque máximo quadríceps esquerdo. Os dados foram analisados, usando-se ANOVA de duas vias, seguido pelo pós-teste de Bonferroni. * $p < 0,05$ comparado à pré-avaliação e # grupos de intervenção ($n = 5-11$)



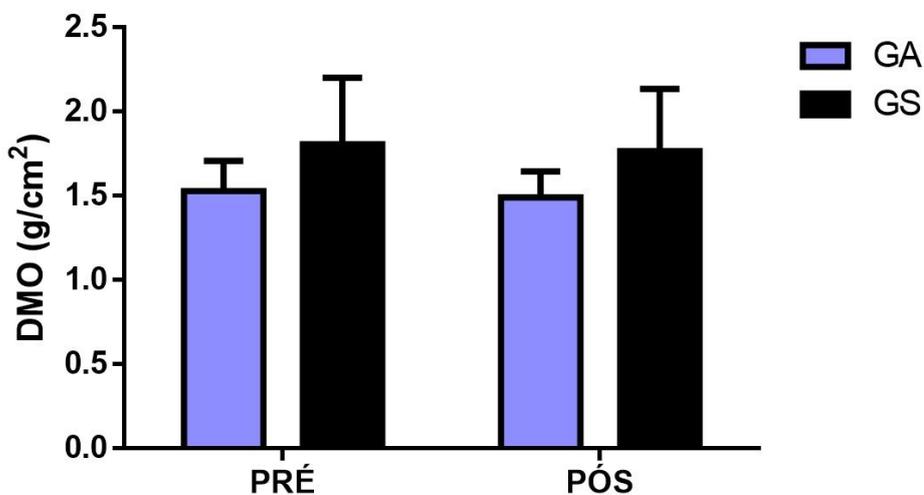
Nas Figuras 5A e 5B, analisamos a DMO na pré- e pós-intervenção dos grupos, mas os protocolos de exercícios no solo ou em meio aquático não promoveram diferença significativa na DMO óssea das participantes em coluna lombar e fêmur.

Figura 5. Protocolos de exercícios em meio aquático e solo não alterou DMO das participantes após oito semanas de intervenção. (A) Densidade mineral óssea da região lombar. (B) Densidade mineral óssea da região do colo femoral. Os dados foram analisados usando ANOVA de duas vias, seguido pelo pós-teste de Bonferroni. * $p < 0,05$ comparado à pré-avaliação e # grupos de intervenção (n= 5-11)

(A)



(B)



Discussão

O objetivo do estudo foi verificar a influência de protocolos de exercícios físicos realizados no solo e no meio aquático, em mulheres com diagnóstico de osteopenia/osteoporose, avaliar as características antropométricas, a flexibilidade, o equilíbrio, a força muscular e, a densidade mineral óssea através da densitometria dessas mulheres no pré- e pós-protocolos. Acompanhar e comparar os protocolos na pré-avaliação e na pós-intervenção. Os resultados demonstraram que, após a realização dos programas de exercícios no solo e em meio aquático, houve melhora da flexibilidade e escore de equilíbrio, e força muscular em ambos os grupos de intervenção.

No primeiro momento do presente estudo, foram aplicados questionários, a fim de investigar o histórico de quedas e fraturas das idosas que participaram dos protocolos de exercícios.

As quedas estão diretamente relacionadas com o crescimento exponencial da ocorrência de trauma na população idosa (Vieira, *et al.*, 2018). Na maioria das vezes, a queda é resultado de interação de fatores intrínsecos (alterações fisiológicas próprias do envelhecimento, déficit no equilíbrio, presença de morbidades, visão, audição ou na marcha) e extrínsecos (riscos ambientais, comportamentos de risco, e aqueles relacionados com as atividades do cotidiano).

Dado o alto índice de diagnóstico de osteoporose/osteopenia após a ocorrência de fraturas, segundo Souza (2010), demonstra-se a necessidade da análise qualitativa e quantitativa do risco de quedas através da EEB; e sua comparação com o histórico de quedas nos últimos seis meses é de suma importância para determinar uma previsão do risco de quedas (Shumway-Cook, Baldwin, Polissar, & Gruber, 1997).

Outros estudos já demonstraram o maior risco de quedas entre mulheres, em que estas são relacionadas à diferença na composição corporal, com as mulheres apresentando menor massa magra e força muscular, em comparação aos homens, no processo de envelhecimento (Rezende, Gaede-Carrillo, & Sebastião, 2013; IBGE, 2014).

O IMC, portanto, é um fator de risco para fraturas; autores indicam que o baixo IMC confere maior risco para todas as fraturas que são independentes da idade e sexo, mas dependentes da DMO (Abboskhujajeva, Ismailov, & Alikhanova, 2014).

No presente estudo, as participantes não apresentaram variação no IMC pré- e pós-avaliação e entre os grupos. Pagani, Kunz, Girardi e Guerra (2014), em seu estudo realizado na região sul do Brasil, demonstraram que o baixo índice de massa corporal (IMC) apresenta um substancial aumento do risco de fratura.

Na avaliação do equilíbrio através da EEB, o GS apresentou melhora significativa após a intervenção, obtendo aumento de 7 pontos, e o GA apresentou incremento de 5 pontos na escala. Já está bem relatado na literatura que o aumento de 1 a 2 pontos na escala de Berg deve ser considerado significativo, se levarmos em consideração o número de complicações associadas e ocasionadas pelas quedas na população idosa, principalmente na presença de quadro de osteoporose, cujas fraturas decorrentes de quedas são mais frequentes (Santos, & Borges, 2010; Fidelis, Patrizzi, & Walsh, 2013).

Para Muir, Berg, Chesworth e Speechley (2008), aqueles que pontuam abaixo de 40 têm risco de quedas de 54%, entre 40-44 (31%); 45-49 (16%); 50-54. O risco de cair é de 16%, diminuindo para 10% em pontuações acima de 55.

Levando-se em consideração o presente estudo, as participantes de nossos protocolos obtiveram pontuação inicial respectiva ao risco de 31% para GS, e 16% para GA, diminuindo para 10% e 16%, respectivamente, após 8 semanas de exercícios no solo ou em meio aquático, sem diferença significativa entre os grupos.

Com o avançar da idade e o processo de envelhecimento, o equilíbrio e o controle postural diminuem em relação a indivíduos mais jovens; esse é o processo natural e decorrente da idade, e tal redução na percepção do equilíbrio e controle postural podem levar ao aumento do risco de quedas e fraturas decorrentes (Burke, *et al.*, 2010; Melzer, Benjuva, & Kaplanski, 2004; Cattagni, *et al.*, 2014).

Outro fator de risco associado ao risco de quedas, mas pouco correlacionado à osteoporose, é a diminuição da flexibilidade, que é natural com o avançar da idade, e está intimamente ligada à qualidade e quantidade do movimento realizado por uma articulação (Da Silva, de Freitas, Monteiro, & de Melo Borges, 2010). Esse fato leva a aumentar o risco de quedas, pois afeta o equilíbrio, a postura e o desempenho funcional, diminuindo a velocidade da marcha e dificultando as atividades da rotina diária (Fidelis, Patrizzi, & Walsh, 2013). Em ambos os protocolos de exercícios, as participantes apresentaram um aumento na flexibilidade avaliada pelo banco de Wells, quando comparada a avaliação pré- e pós-exercícios, mas sem diferença entre os grupos pós-avaliação.

Associado aos demais achados do presente artigo, ressaltamos também o aumento da força muscular das participantes de ambos os protocolos de exercícios, em que, após 8 semanas de exercícios, houve um aumento de 24 kgf para o GA e 29 kgf para o GS. Segundo Pijnappels, Reeves, Maganaris e van Dieën (2008), a força máxima de extensão de joelho é considerada uma boa medida para identificar as pessoas com alto risco de queda; além do mais, idosos com histórico de quedas têm força de extensão e dorsiflexão significativamente menores, comparando-se a idosos sem histórico de quedas (Meneses, Burke, & Marques, 2012). Considerando-se, pois, que a força muscular diminui com a idade, e esta é um fator limitante para a prevenção de quedas (Carvalho, Bortolotto, Fonseca, & Scheicher, 2015).

Hinman, Heywood e Day (2007), que prescreveram duas sessões semanais de exercícios aquáticos durante seis semanas com progressão do volume e do grau de dificuldade dos exercícios, reportaram melhoria significativa na força muscular isométrica do quadril avaliada com dinamômetro manual. De acordo com o posicionamento oficial do Colégio Americano de Medicina do Esporte (2017), a progressão da intensidade e a especificidade dos exercícios são fatores determinantes.

Exercícios no meio aquático não são tipicamente recomendados a pacientes com osteoporose, devido à diminuição da força gravitacional, mas outros inúmeros benefícios são encontrados nesse meio, como o conforto proporcionado pela água para alguns pacientes, aumento da tolerância do exercício, melhora do equilíbrio (De Matos, *et al.*, 2016). Como demonstrado no presente estudo, previnem-se, assim, possíveis riscos de quedas, além da maior adesão das participantes ao protocolo de exercícios.

Exercícios em meio aquático já apresentam resultados significativos, em outros estudos, em que foi aplicado um protocolo para os grupos solo e aquático, tendo sido verificada melhora significativa na avaliação do equilíbrio das pacientes do grupo aquático, em relação ao grupo de atividades no solo (De Matos, *et al.*, 2016; Zanini, *et al.*, 2016). Em outro estudo, foram avaliados os efeitos de um exercício na água e um programa de autogestão em equilíbrio, medo de cair e qualidade de vida, com 50 mulheres divididas entre grupo-intervenção e grupo-controle. Com um protocolo de 10 semanas, mostrou-se variação significativa após os exercícios no meio aquático (Wayne, *et al.*, 2012). Esses estudos corroboram com os achados desta pesquisa, demonstrando que, mesmo sem diferença significativa em relação à pós-avaliação entre os grupos, os

exercícios em meio aquático devem ser vistos como promissores para o tratamento e a prevenção da osteoporose/osteopenia e suas complicações.

Se a falta de força muscular é uma causa fisiológica de quedas, demonstra-se a importância de grande trabalho de reforço muscular e equilíbrio, visando à prevenção para possíveis quedas e a melhora do equilíbrio e controle postural (Freitas, & Barela, 2006). O exercício físico com carga ajuda na manutenção e no ganho de massa óssea, e quase sempre causa alterações no metabolismo ósseo por efeito direto, via força mecânica, ou indireta, promovida por fatores hormonais. A força mecânica, gerada pelo músculo, forma sinais endógenos que interferem no processo de remodelação óssea. Acredita-se que a deformação causada pela força dinâmica seja um dos fatores que afeta diretamente o osteócito, promovendo o aumento da massa óssea (Kanis, & Kanis, 1994).

A densitometria mineral óssea é um exame que mensura a quantidade de massa óssea em determinadas regiões do corpo; no estudo foi utilizada a mensuração de colo femoral e coluna lombar, em que não foram obtidos resultados significativos nas comparações dos grupos. Outra pesquisa encontrou resultado divergente, cujos autores relatam melhora no equilíbrio, redução das quedas, aumento da força muscular, mas nem todos a melhora no aumento da massa óssea; somente nas intervenções como com exercício aeróbios, exercícios com ou sem reforço muscular, que tiveram duração maior que um ano (Santos, & Borges, 2010). As intervenções com reforço muscular se mostraram mais eficazes em comparação às atividades sem carga, como as encontradas por outros pesquisadores que também obtiveram efeitos positivos sobre a densidade do osso em participantes com osteoporose e osteopenia, e relatam efeitos positivos na densitometria mineral óssea de região femoral após um ano de intervenção (Bergström, Landgren, Brinck, & Freyschuss, 2008).

Bolton, *et al.* (2012) encontraram resultados considerados pequenos na densitometria óssea do colo femoral e trivial na coluna lombar, resultados estes, porém, de grande importância clínica, pois as alterações induzidas pelo exercício observado na densitometria óssea de colo femoral e coluna lombar acredita-se reduzir aproximadamente 11% a 10% o risco de fraturas (Kelley, Kelley, & Kohrt, 2012). Após uma intervenção de nove meses, com 56 mulheres osteopênicas, estudos apresentaram resultados significativos no aumento da massa óssea após a intervenção, fornecendo evidências de que um programa de exercícios com resistência duas vezes por semana,

tanto com exercícios de equilíbrio ou treinamento de vibração podem aumentar a densidade óssea na tíbia distal, após esses períodos, em mulheres na pós-menopausa com baixa massa óssea (Stolzenberg, *et al.*, 2013).

Conclusão

Por meio dos resultados de aumento significativo no escore de equilíbrio EEB, da força muscular de quadríceps e da flexibilidade das mulheres, pode-se concluir que a terapia aquática mostra-se muito promissora no tratamento de pacientes portadoras de osteopenia/osteoporose. Foi observada uma maior adesão das participantes nesta modalidade e, na comparação pós-avaliação entre os grupos, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa.

É importante ressaltar que, no presente estudo, não foi encontrada diferença significativa na comparação da densitometria mineral óssea em ambos os grupos, provavelmente por se tratar de um protocolo de curto prazo, embora com melhoras em outros parâmetros importantes em relação à baixa DMO. Diante disso, fazem-se necessários estudos de casos com maior tempo de aplicação dos protocolos de exercício, de forma a permitir a visualização do seu impacto nos testes de densitometria óssea.

Referências

- Abboskhujjeva, L. S., Ismailov, S. I., & Alikhanova, N. M. (2014). Efficacy of Strontium Ranelate in Combination with a D-Hormone Analog for the Treatment of Postmenopausal Osteoporosis. *Drugs R D*, 14(4), 315-324. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.1007/s40268-014-0069-1.
- Bergström, I., Landgren, B., Brinck, J., & Freyschuss, B. (2008). Physical training preserves bone mineral density in postmenopausal women with forearm fractures and low bone mineral density. *Osteoporos Int*, 19(2), 177-183. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.1007/s00198-007-0445-6.
- Bolton, K. L., Egerton, T., Wark, J., Wee, E., Matthews, B., Kelly, A., Craven, R., Kantor, S., & Bennell, K. L. (2012). Effects of exercise on bone density and falls risk factors in post-menopausal women with osteopenia: A randomised controlled trial. *J Sci Med Sport.*, 15(2), 102-109. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.1016/j.jsams.2011.08.007. Epub 2011 Oct 12.

Burke, T. N., França, F. J. R., Meneses, S. R. F. de, Cardoso, V. I., Pereira, R. M. R., Danilevicius, C. F., & Marques, A. P. (2010). Postural control among elderly women with and without osteoporosis: is there a difference? *São Paulo Med J.*, *128*(4), 219-224. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.1590/s1516-31802010000400009.

Cadore, E. L., Brentano, M. A., & Kruehl, L. F. M. (2005). Efeitos da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *11*(6), 373-379. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000600013>.

Carvalho, I. F. de, Bortolotto, T. B., Fonseca, L. C. S., & Scheicher, M. E. (2015). Uso da bandagem infrapatelar no desempenho físico e mobilidade funcional de idosas com história de quedas. *Rev Bras Geriatr e Gerontol*, *18*(1), 119-127. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.1590/1809-9823.2015.14002.

Cattagni, T., Scaglioni, G., Laroche, D., Van Hoecke, J., Gremeaux, V., & Martin, A. (2014). Ankle muscle strength discriminates fallers from non-fallers. *Front Aging Neurosci*, *19*(6), 336. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.3389/fnagi.2014.00336.

Colégio Americano de Medicina do Esporte. (2017). A quantidade e o tipo recomendados de exercícios para o desenvolvimento e a manutenção da aptidão cardiorrespiratória e muscular em adultos saudáveis. *Rev Bras Med do Esporte*, *4*(3). Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/S1517-86921998000300005>.

Da Silva, T. O., de Freitas, R. S., Monteiro, M. R., & de Melo Borges, S. (2010). Avaliação da capacidade física e quedas em idosos ativos e sedentários da comunidade. *Rev Bras Clínica Médica*, *8*(5), 392-398. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <http://files.bvs.br/upload/S/1679-1010/2010/v8n5/005.pdf>.

De Mattos, F., Leite, N., Pitta, A., & Bento, P. C. B. (2016). Efeitos do exercício aquático na força muscular e no desempenho funcional de indivíduos com osteoartrite: Uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Reumatologia*, *56*(6), 530-542. Recuperado em 01 julho, 2019, de: https://www.scielo.br/pdf/rbr/v56n6/pt_0482-5004-rbr-56-06-0530.pdf.

Fidelis, L. T., Patrizzi, L. J., & Walsh, I. A. P. de. (2013). Influência da prática de exercícios físicos sobre a flexibilidade, força muscular manual e mobilidade funcional em idosos. *Rev Bras Geriatr e Gerontol*, *16*(1), 109-116. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/S1809-98232013000100011>.

Freitas Júnior, P. B., & Barela, J. A. (2006). Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos. Uso da informação visual. *Rev Port Ciências do Desporto*, *6*(1), 94-105. Recuperado em 01 julho, 2019, de: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S1645-05232006000100011&script=sci_abstract&tlng=p.

Hinman, R. S., Heywood, S. E., & Day, A. R. (2007). Aquatic Physical Therapy for Hip and Knee Osteoarthritis: Results of a Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Phys Ther*, *87*(1), 32-43. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.2522/ptj.20060006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (IBGE, 2014). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). *Estatísticas do Registro Civil 2014-2015*. (108p.). Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94414.pdf>.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (IBGE, 2014). Tábua Completa de Mortalidade para o Brasil, 2016. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73097>.
- Kanis, J. A., Kanis, J. A. (1994). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: Synopsis of a WHO report. *Osteoporos Int*, 4(6), 368-381. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94935.pdf>.
- Kelley, G. A., Kelley K. S., & Kohrt, W. M. (2012). Effects of ground and joint reaction force exercise on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in postmenopausal women: A meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord*, 13, 177. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.1186 / 1471-2474-13-177.
- Khajuria, D. K., Razdan, R., & Mahapatra, D. R. (2011). Drugs for the management of osteoporosis: A review. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 51(4), 365-371, 379-382. Recuperado em 01 julho, 2019, de: https://www.scielo.br/pdf/rbr/v51n4/en_v51n4a08.pdf.
- Kuczyński, M., & Ostrowska, B. (2006). Understanding falls in osteoporosis: The viscoelastic modeling perspective. *Gait Posture*, 23(1), 51-58. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.1016/j.gaitpost.2004.11.018.
- McAllister, S. E., Ashrafpour, H., Cahoon, N., Huang, N., Moses, M. A., Neligan, P. C., Forrest, C. R., Lipa, J. E., & Pang, C. Y. (2008). Postconditioning for salvage of ischemic skeletal muscle from reperfusion injury: efficacy and mechanism. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 295(2), R681-689. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18509099>.
- Melzer, I., Benjuya, N., & Kaplanski, J. (2004). Postural stability in the elderly: A comparison between fallers and non-fallers. *Age Ageing*, 33(6), 602-607. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.1093/ageing/afh218.
- Meneses, S. R. F. de, Burke, T. N., & Marques, A. P. (2012). Equilíbrio, controle postural e força muscular em idosas osteoporóticas com e sem quedas. *Fisioter e Pesqui*, 19(1). Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/S1809-29502012000100006>.
- Ministério da Saúde. (2010). Atenção à Saúde da Pessoa Idosa e Envelhecimento. (44 p.: il. Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série Pactos pela Saúde 2006, v. 12). Recuperado em 01 julho, 2019, de: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/atencao_saude_pessoa_idosa_envelhecimento_v12.pdf.
- Miyamoto, S. T., Lombardi, I., Berg, K. O., Ramos, L. R., & Natour, J. (2004). Brazilian version of the Berg Balance Scale. *Brazilian J Med Biol Res*, 37(9), 1411-1421. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2004000900017>.
- Moreira, L. D. F., Oliveira, M. L. de, Lirani-Galvão, A. P., Marin-Mio, R. V., Santos, R. N. dos, & Lazaretti-Castro, M. (2014). Physical exercise and osteoporosis: effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. *Arq Bras Endocrinol Metabol*, 58(5). Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/0004-2730000003374>.

- Muir, S. W., Berg, K., Chesworth, B., & Speechley, M. (2008). Use of the Berg Balance Scale for Predicting Multiple Falls in Community-Dwelling Elderly People: A Prospective Study. *Phys Ther*, 88(4), 449-459. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.2522 / ptj.20070251.
- Ocarino, N. D. M., & Serakides, R. (2006). Efeito da atividade física no osso normal e na prevenção e no tratamento da osteoporose. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(3), 164-168. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922006000300011>.
- Pagani, R. C., Kunz, R. E., Girardi, R., & Guerra, M. (2014). Body mass index as a prognostic factor for fracturing of the proximal extremity of the femur: a case-control study. *Rev Bras Ortop. English Ed*, 49(5). Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2014.09.004>.
- Pijnappels, M., Reeves, N. D., Maganaris, C. N., & van Dieën, J. H. (2008). Tripping without falling; lower limb strength, a limitation for balance recovery and a target for training in the elderly. *J Electromyogr Kinesiol*, 18(2), 188-196. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.1016/j.jelekin.2007.06.004.
- Pinto Neto, A. M., Soares, A., Urbanetz, A. A., Carlos, A., Araújo, D., Eugênio, A., et al. (2002). Consenso Brasileiro de osteoporose, 2002. *Rev Bras Reumatol*, 42(6). Recuperado em 01 julho, 2019, de: <http://www.cidmed.com.br/pdf/osteoporose.pdf>.
- Rebelatto, J., Calvo, J., Orejuela, J., & Portillo, J. (2006). Influência de um programa de atividade física de longa duração sobre a força muscular manual e a flexibilidade corporal de mulheres idosas. *Rev Bras Fisioter*, 10(1), 127-132. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552006000100017>.
- Rezende, C. de P., Gaede-Carrillo, M. R. G., & Sebastião, E. C. de O. (2013). Queda entre idosos no Brasil e sua relação com o uso de medicamentos: revisão sistemática. *Cad Saúde Pública*, 28(12), 2223-2235. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012001400002>.
- Santos, M. L. dos, & Borges, G. F. (2010). Exercício físico no tratamento e prevenção de idosos com osteoporose: uma revisão sistemática. *Fisioter em Mov*, 23(2), 289-299. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://www.scielo.br/pdf/fm/v23n2/12.pdf>.
- Shumway-Cook, A., Baldwin, M., Polissar, N.L., & Gruber, W. (1997). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Phys Ther*, 77(8), 812-819. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.1093/ptj/77.8.812.
- Souza, M. P. G. de. (2010). Diagnóstico e tratamento da osteoporose. *Rev Bras Ortop*, 45(3), 220-229. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/S0102-36162010000300002>.
- Stolzenberg, N., Belavý, D. L., Beller, G., Armbrecht, G., Semler, J., & Felsenberg, D. (2013). Bone strength and density via pQCT in post-menopausal osteopenic women after 9 months resistive exercise with whole body vibration or proprioceptive exercise. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 13(1), 66-76. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23445916/>.

Teixeira, L. E. P. de P., Peccin, M. S., Silva, K. N. G. da, Oliveira, A. M. I. de, Teixeira, T. J. de P., Costa, J. M. da, & Trevisani, V. F. M. (2013). Efeitos do exercício na redução do risco de quedas em mulheres idosas com osteoporose. *Rev Bras Geriatr e Gerontol*, 16(3), 461-471. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/S1809-98232013000300005>.

Vieira, L. S., Gomes, A. P., Bierhals, I. O., Farías-Antúnez, S., Ribeiro, C. G., Miranda, V. I. A., *et al.* (2018). Quedas em idosos no Sul do Brasil: prevalência e determinantes. *Rev Saúde Pública*, 52(22), 01-13. Recuperado em 01 julho, 2019, de: https://www.scielo.br/pdf/rsp/v52/pt_0034-8910-rsp-S1518-87872018052000103.pdf.

Wayne, P. M., Kiel, D. P., Buring, J. E., Connors, E. M., Bonato, P., Yeh, G. Y., *et al.* (2012). Impact of Tai Chi exercise on multiple fracture-related risk factors in postmenopausal osteopenic women: A pilot pragmatic, randomized trial. *BMC Complement Altern Med*, 12, 7. Recuperado em 01 julho, 2019, de: DOI: 10.1186 / 1472-6882-12-7.

Zanini, C., Cristina, S., Benedetti, B., Rosane, T., Portella, R., & Leguisamo, P. (2016). Efeito de um programa de exercícios físicos no equilíbrio e risco de quedas em idosos institucionalizados: ensaio clínico randomizado. *Rev Bras Geriatr e Gerontol.*, 19(3), 473-482. Recuperado em 01 julho, 2019, de: <https://doi.org/10.1590/1809-98232016019.150138>.

Recebido em 12/04/2020

Aceito em 30/06/2020

Diane Duarte Hartmann - Fisioterapeuta, Mestre em Ciências Biológicas, Bioquímica Toxicológica, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0866-5731>

URL: <https://orcid.org/0000-0002-0866-5731>

E-mail: dianehartmann90@gmail.com

Jaqueline Fátima Biazus - Educadora Física, Fisioterapeuta. Áreas de atuação: Ortopedia, traumatologia, terapia manual, hidroterapia, biomecânica, esportiva, fisiologia do exercício. Docente do Curso de Fisioterapia, Universidade Franciscana, UFN.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7741-475X>

URL: <https://orcid.org/0000-0002-7741-475X>

E-mail: jaquebiazus@hotmail.com

Luiz Fernando Rodrigues Junior - Engenheiro, Mestre em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Docente do Curso de Engenharia Biomédica da Universidade Franciscana, UFN, Santa Maria, RS.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5753-5503>

URL: <https://orcid.org/0000-0002-5753-5503>

E-mail: luiz.fernando@ufn.edu.br

Carla Mirelle Giotto Mai - Fisioterapeuta, Mestre em Ciências Biológicas, Bioquímica Toxicológica, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4428-1815>

URL: <https://orcid.org/0000-0002-4428-1815>

E-mail: carlagiotto@gmail.com