
ANÁLISE DE DENSIDADE MINERAL ÓSSEA EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO COM DIFERENTES TIPOS DE TREINAMENTO: UMA REVISÃO DE LITERATURA***BONE MINERAL DENSITY ANALYSIS IN WEIGHTLIFTING PRACTITIONERS WITH VARIOUS TRAINING APPROACHES: A LITERATURE REVIEW***Wallyson Luis Guimarães¹Debora Nascimento²

RESUMO: A densidade mineral óssea é um indicador da saúde óssea ligado ao treino resistido, porém, se faz importante saber como as variáveis do treinamento resistido impactam nesses resultados. Assim, o presente estudo tem como objetivo: analisar a densidade mineral óssea em praticantes de musculação que realizam diferentes tipos de treinamento resistido. Para isso, utilizou-se os objetivos específicos: conceituar Densidade Mineral Óssea dentro da fisiologia e seus métodos de avaliação; descrever os efeitos do exercício resistido na densidade mineral óssea; investigar na literatura a densidade mineral óssea de sujeitos praticantes de diferentes abordagens de treinamento resistido. Assim, usou-se como método a pesquisa bibliográfica para encontrar pesquisas que relacionassem o treino resistido e a densidade mineral óssea e, enfim, se utilizou o método comparativo para correlacioná-las com outros achados na literatura. Resultados: Os indivíduos das pesquisas analisadas sofreram aumento na densidade mineral óssea devido ao treinamento. Finalmente, chegou-se à conclusão: além do treino resistido causar aumento na densidade mineral óssea, suas variáveis demonstraram-se impactantes na eficácia desses resultados. Contudo, faz-se importante pesquisas em maior escala para entender profundamente o tema proposto.

Palavras-chave: Treinamento; Densidade mineral óssea; Saúde óssea.

ABSTRACT: Bone mineral density is an indicator of bone health linked to resistance training, however, it is important to know how the variables of resistance training impact these results. Therefore, the present study aims to: analyse bone mineral density in weightlifting practitioners who perform different types of resistance training. For this, the specific objectives were used: conceptualising Bone Mineral Density within physiology and its assessment methods; describe the effects of resistance exercise on bone mineral density; investigate the bone mineral density of subjects practising different resistance training approaches in the literature. To this end, bibliographic research was used as a method to find research that related resistance training and bone mineral density and, finally, the comparative method was used to correlate them with other findings in the literature. Results: The individuals in the research analysed experienced an increase in bone mineral density due to training. Finally, the conclusion

¹ Centro Universitário Salesiano – UniSales. Vitória/ES, Brasil. wallysonlgo@gmail.com.

¹ Centro Universitário Salesiano – UniSales. Vitória/ES, Brasil. debora.gomes@salesiano.br.

was reached: In addition to resistance training causing an increase in bone mineral density, its variables proved to have an impact on the effectiveness of these results. However, it is important to carry out larger-scale research to deeply understand the proposed topic.

Keywords: Training; Bone mineral density; Bone health.

1 INTRODUÇÃO

A densidade mineral óssea (DMO), quantificação da massa óssea, é um indicador fundamental da saúde dos ossos que vem sendo cada vez mais valorizado na área da Educação Física.

O treinamento resistido, além de promover o fortalecimento muscular, equilíbrio, coordenação motora e outros benefícios, também tem sido apontado como uma estratégia eficaz para melhorar a saúde óssea e prevenir fraturas em adultos e idosos.

Sobre a prevenção de doenças, Paccini e Glaner (2018, p. 93), explicam:

Quanto maior o pico de massa óssea, maior será a reserva óssea durante a fase adulta e terceira idade. Portanto, se o ganho mineral ósseo puder ser otimizado durante a puberdade, é provável que o indivíduo adulto seja menos suscetível a sofrer as complicações da osteoporose.

Fato é que, com a difusão massiva de informação através da internet, muitos mitos acerca do treinamento resistido foram sendo derrubados, por exemplo, a crença errônea de que o aumento da massa muscular resultaria automaticamente na diminuição da flexibilidade (Aaberg, 2002).

Hoje, o treinamento resistido é definido como um tipo de exercício físico que utiliza resistência para estimular o desenvolvimento muscular, podendo ser realizado com pesos livres (barras, halteres), máquinas com carga fixa ou elásticos. É uma forma de exercício que pode ser utilizada para aumentar a força muscular, a resistência, a densidade mineral óssea e a massa muscular magra, além de promover adaptações metabólicas e neuromusculares (Gentil, 2017).

O problema de pesquisa é: como o treinamento resistido e suas variáveis afetam a densidade mineral óssea? O interesse na densidade mineral óssea, e consequentemente no tema, surgiu no 5º período da faculdade de Educação Física, no ano de 2022, proveniente de uma pesquisa que realizei, chamada “Treino resistido na adolescência”, referente ao projeto “Prescrição de Exercícios para Promoção à Saúde e Prevenção à Doença”, na época lecionado pelo professor Dr. Hélio Affonso. A pesquisa em questão buscava analisar benefícios e possíveis riscos na prática de treinamento resistido para adolescentes, com o enfoque em avaliar como afetava o desenvolvimento do corpo humano, tanto na parte muscular quanto na parte óssea.

O presente artigo tem como objetivo geral: analisar a densidade mineral óssea em praticantes de musculação que realizam diferentes tipos de treinamento resistido. Para isso, busca-se: a) Conceituar Densidade Mineral Óssea dentro da fisiologia e seus métodos de avaliação; b) descrever os efeitos do exercício resistido na densidade mineral óssea; c) investigar na literatura a densidade mineral óssea de sujeitos praticantes de diferentes abordagens de treinamento resistido.

Segundo o Ministério da Saúde (Ministério da Saúde, 2020, s/p.):

Pode parecer óbvio dizer que uma pessoa está saudável quando não está doente. Essa ideia não está totalmente errada, mas o conceito de saúde pode ser ainda mais amplo. Principalmente levando em consideração o que pode provocar o surgimento das doenças. Seguindo essa linha mais abrangente, a Organização Mundial da Saúde (OMS), em 1946, definiu saúde como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas como a ausência de doença ou enfermidade.

Nesse contexto, a relevância e a contribuição da pesquisa para a área se dão, pois, uma vez que a Educação Física é responsável por promover saúde, qualidade de vida e o bem-estar dos indivíduos por meio da prática regular seja de atividades físicas, exercícios físicos ou outras práticas corporais, mostra-se de suma importância o conhecimento de um aspecto dessa seriedade como a densidade mineral óssea e sua relação com a saúde óssea, principalmente no contexto relacionado ao impacto que o treinamento resistido causa na mesma.

Por isso mostra-se que a orientação de um profissional para o treinamento resistido é essencial para garantir a segurança do praticante e a eficácia do exercício na melhoria da densidade mineral óssea e na prevenção de lesões. O profissional capacitado pode ajudar a selecionar os exercícios mais adequados para cada indivíduo, considerando sua condição física, idade, histórico de lesões e objetivos, levando em conta também a gravidade da condição e quaisquer outras condições médicas. Ademais, o profissional pode orientar sobre a correta execução dos exercícios, a progressão do treinamento, o ajuste da carga e o período de descanso necessário para uma recuperação adequada.

A presente pesquisa pode contribuir também para a compreensão dos efeitos do treinamento resistido na saúde óssea e fornecer informações úteis para a elaboração de programas de exercícios físicos que promovam a saúde óssea em diferentes populações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONCEITO E FISILOGIA DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

Segundo Almeida (2015, p. 27): "A densidade mineral óssea (DMO) é um indicador quantitativo da quantidade de minerais presentes no osso, especialmente cálcio e fósforo, e é considerada um dos principais parâmetros que refletem a saúde óssea". Sendo assim, é importante para diagnosticar e monitorar doenças ósseas, como a osteoporose.

Na mesma linha de raciocínio, de acordo com alguns estudos, a densidade mineral óssea (DMO) é uma medida que avalia a quantidade de mineral presente no osso, principalmente cálcio e fósforo, e é considerada um importante indicador da saúde óssea (Diniz *et al.*, 2018; Sousa *et al.*, 2019).

De acordo com alguns estudos, o osso, por sua vez, é um tecido vivo, formado por células, matriz extracelular e minerais, que apresenta rigidez e resistência mecânica. Ele é composto por células ósseas, matriz óssea e vasos sanguíneos, sendo responsável por diversas funções, tais como suporte ao corpo, proteção dos órgãos

internos, movimentação, armazenamento de minerais e produção de células sanguíneas (Carmona *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2019). A matriz óssea é formada por fibras colágenas e uma matriz mineral, principalmente fosfato de cálcio, que dá a rigidez característica do osso.

Os ossos, sendo tecidos vivos e dinâmicos, estão constantemente passando por um processo de remodelação óssea, segundo de-Paula (2009, p.1059):

A remodelação óssea que corresponde ao processo de renovação do esqueleto ocorre nas unidades ósseas multicelulares, onde pequenas porções de osso velho são retiradas pelos osteoclastos e posteriormente repostas por osteoblastos. A atividade de remodelação óssea sofre influência de fatores genéticos, ambientais e hormonais e, quando em condições favoráveis, há equilíbrio entre ressorção e formação.

Sobre os osteoblastos, Ribeiro, Oliveira e Souza (2019, p. 25) relatam que: “Os osteoblastos são células responsáveis pela formação óssea, sintetizando a matriz óssea e secretando substâncias como o colágeno e a osteocalcina, que dão resistência e elasticidade ao tecido ósseo”.

Já a reabsorção óssea é um processo dinâmico que envolve a ação coordenada de células ósseas específicas, chamadas osteoclastos. Os osteoclastos são células multinucleadas de origem hematopoiética, que desempenham um papel fundamental na homeostase óssea, realizando a reabsorção e remodelação do osso através da secreção de enzimas lisossomais que degradam a matriz óssea. A regulação da formação e atividade dos osteoclastos é complexa, envolvendo diversos fatores de crescimento e hormônios, como o sistema RANK/RANKL/OPG (respectivamente, Receptor Ativador do Fator Nuclear Kappa-B, Ligante Ativador do RANK e Osteoprotegerina) (Reis *et al.*, 2021). Esse processo causa a liberação de cálcio e outros componentes para a circulação sanguínea, mantendo a homeostase do cálcio no organismo, quando ocorre em excesso, pode levar a doenças ósseas.

Segundo a literatura científica, quando a densidade mineral óssea cai, o risco de fraturas ósseas aumenta significativamente, especialmente em idosos e em mulheres após a menopausa. A perda óssea também pode levar a deformidades ósseas, dor crônica e diminuição da qualidade de vida (Borges *et al.*, 2020; Sousa *et al.*, 2021).

Esse aumento do risco de fraturas ocorre especialmente em áreas geralmente relacionadas com a sustentação e a locomoção do corpo humano. Segundo estudos, as áreas com maior risco de fraturas ósseas são o quadril, a coluna vertebral e o punho (Ribeiro *et al.*, 2019; Borges *et al.*, 2020).

No presente capítulo, foi apresentado o conceito de densidade mineral óssea na fisiologia, assim como o papel que desempenha na saúde óssea, além disso, foram explorados os impactos significativos da redução da densidade mineral óssea, destacando os riscos associados às fraturas ósseas, especialmente em grupos vulneráveis. Agora, vale voltar a atenção aos métodos utilizados na avaliação da densidade mineral óssea, uma etapa crucial na detecção precoce e no monitoramento das condições ósseas.

2.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

Existem vários métodos para avaliação da densidade mineral óssea, como a densitometria óssea por Absorimetria de Raios-X de Dupla Energia (DXA), a ultrassonografia óssea, a tomografia computadorizada quantitativa, a radiografia convencional e a ressonância magnética (Fazzalari; McGuire, 2017; Colombo *et al.*, 2019).

Segundo o estudo de Silva *et al.* (2021), a densitometria óssea de dupla energia DXA é um método de avaliação da densidade mineral óssea que utiliza baixas doses de radiação e é considerado o método padrão-ouro² para o diagnóstico de osteoporose. Esse exame mede a quantidade de radiação absorvida pelos ossos e é capaz de estimar a massa óssea e o risco de fraturas.

De acordo com o estudo de Jamal *et al.* (2020), a tomografia computadorizada quantitativa (QCT) é um método de avaliação da densidade mineral óssea que utiliza raios X de baixa energia para medir a densidade mineral óssea em áreas específicas do corpo. O QCT é capaz de medir a densidade mineral óssea cortical e trabecular separadamente, fornecendo informações mais detalhadas sobre a estrutura óssea e permitindo uma avaliação mais precisa do risco de fraturas. Além disso, a QCT também pode ser utilizada para medir a geometria óssea e avaliar a força óssea.

Segundo Lopes *et al.* (2019), a ultrassonografia óssea (US) é uma técnica de imagem que utiliza ondas sonoras de alta frequência para avaliar a densidade mineral óssea, sendo uma alternativa de baixo custo e baixa exposição à radiação em relação a outras técnicas, como a DXA e a QCT. A US pode ser utilizada para avaliar a densidade mineral óssea em diversos locais do corpo, como o calcâneo, fêmur proximal e tibia distal, além de ser capaz de identificar alterações na microarquitetura óssea.

A radiografia convencional é um método de imagem que permite avaliar a densidade óssea e detectar fraturas, mas apresenta baixa sensibilidade para identificar perda óssea precoce (Oliveira *et al.*, 2019).

Santiago e Vitral (2006, p. 293) dispõem que:

Diversos são os métodos para se avaliar a densidade mineral óssea, tanto na área médica quanto em Odontologia. A questão sobre qual a melhor técnica e a melhor região para se avaliar a DMO de cada indivíduo parece ainda não ter resposta. Entretanto, o que se sabe é que dentre as diferentes técnicas disponíveis diferentes vantagens e desvantagens são apresentadas.

Por existirem vários métodos com diferentes vantagens e desvantagens vale salientar que o presente capítulo não visa a indicação de nenhum instrumento de medida em detrimento de outro, pois cada um tem suas particularidades e a escolha do método adequado depende de muitos fatores a serem analisados por um especialista da área.

2.3 TREINAMENTO RESISTIDO E SUA AÇÃO SOBRE A DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

² Segundo o dicionário Cambridge, padrão-ouro, ou *gold standard*, é 'algo que é muito bom e é usado para medir quão boas são outras coisas semelhantes'. Na medicina, seria um exame padrão que pode ser usado para comparação por parte de outros exames, esse processo tem o objetivo de mensurar a precisão dos mesmos.

Segundo a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e do Exercício (SBMEE), o treinamento resistido pode ser realizado por indivíduos de diferentes idades, incluindo crianças, adolescentes, adultos e idosos, desde que haja supervisão adequada e prescrição individualizada de acordo com as necessidades e objetivos de cada indivíduo (Pinto *et al.*, 2019).

O treinamento resistido pode ser dividido, categorizado e organizado de diferentes formas, isso se deve por possuir importantes variáveis como frequência, tempo de recuperação entre séries e exercícios, seleção dos exercícios, técnica de execução, volume e intensidade.

Sobre estes dois últimos aspectos, o princípio do treinamento volume-intensidade consiste em alterar o volume (número de repetições e séries) e a intensidade (carga utilizada) do treinamento com o objetivo de promover adaptações fisiológicas ao longo do tempo (Rodrigues *et al.*, 2010).

Sendo assim, o princípio volume-intensidade afirma que, à medida que a intensidade do treino aumenta, o volume de treinamento deve diminuir e vice-versa, para que o praticante possa manter um nível de esforço adequado e evitar lesões. Em outras palavras, se um praticante aumenta a carga do exercício, ele deve reduzir o número de repetições para manter a qualidade do movimento e evitar a fadiga excessiva. Por outro lado, se um indivíduo reduz a carga do exercício, ele pode aumentar o número de repetições para manter o volume de treinamento, sem comprometer a qualidade do movimento.

Para Lemos *et al.* (2018), o treinamento resistido pode ser benéfico para indivíduos com baixa densidade mineral óssea, pois promove estímulos mecânicos capazes de induzir a formação óssea, reduzir a reabsorção óssea e aumentar a densidade mineral óssea. Além disso, o treinamento resistido pode aumentar a força muscular, melhorar o equilíbrio e reduzir o risco de quedas, que é um fator de risco importante para fraturas ósseas em indivíduos com osteoporose ou baixa densidade mineral óssea.

Seguindo essa linha, Hitzlér *et al.* (2019) afirmam que o treinamento resistido pode ser considerado um método eficaz para reduzir o risco de quedas em idosos, já que contribui para o aumento da força muscular, do equilíbrio e da coordenação.

Contudo, para Rezende *et al.* (2018), a falta de informação e conscientização sobre os benefícios do treinamento resistido para a prevenção de quedas em idosos pode ser um fator limitante para a adesão a esse tipo de exercício.

O treinamento resistido também melhora da propriocepção por meio do aumento da estimulação sensorial e do desenvolvimento da força muscular, melhorando a capacidade do corpo de responder aos estímulos sensoriais. Além disso, o treinamento resistido pode melhorar a ativação muscular e a coordenação intermuscular, o que pode ajudar a melhorar a propriocepção (Jones *et al.*, 2021; Mello *et al.*, 2020).

Vale lembrar que, apesar dos benefícios, populações com baixa densidade mineral óssea podem estar mais suscetíveis a lesões e fraturas ósseas durante o treinamento resistido, especialmente se forem realizadas cargas elevadas ou movimentos de alto impacto. Em adição, o treinamento resistido mal orientado pode levar a uma série de riscos para a saúde, como lesões musculoesqueléticas, dores crônicas, sobrecarga

cardiovascular, lesões articulares, entre outros. Além disso, a falta de supervisão adequada e a ausência de ajustes de carga e intensidade podem contribuir para o aumento desses riscos.

Sobre o processo de aumento da DMO através do exercício, Delecluse *et al.* (2003) explicam que o treinamento resistido aumenta a densidade mineral óssea principalmente por meio do aumento da atividade dos osteoblastos, que são estimulados a produzir e depositar matriz óssea. Esse aumento da produção de matriz óssea resulta em um aumento na densidade e na resistência do osso. Além disso, o treinamento resistido também estimula a produção de fatores de crescimento ósseo, como o fator de crescimento semelhante à insulina, ou “*insuling-like growth factor*”, tipo 1 (IGF-1), que atuam no estímulo à atividade dos osteoblastos e na síntese de matriz óssea.

Nessa mesma linha, Bielemann *et al.* (2010) afirmam que o exercício resistido aumenta a densidade mineral óssea porque a sobrecarga mecânica provocada pelos exercícios estimula a remodelação óssea e a formação de osso novo e, além disso, o treinamento resistido também pode aumentar a massa muscular, o que gera uma maior tensão mecânica sobre os ossos e conseqüentemente estimula a formação óssea.

Além de estimular os osteoblastos, o exercício resistido pode inibir a ação dos osteoclastos reduzindo a perda óssea e favorecendo a manutenção ou mesmo o aumento da densidade mineral óssea (Gomes-Marçal *et al.*, 2021; Ferreira *et al.*, 2020).

Dessa forma, o treinamento resistido é capaz de promover um balanço positivo entre a formação e a reabsorção óssea, favorecendo a manutenção e o aumento da densidade mineral óssea (Ferreira *et al.*, 2020; Gomes-Marçal *et al.*, 2021).

Em suma, o treinamento resistido atua na densidade mineral óssea através da adaptação do tecido ósseo ao estresse mecânico, resultando em um aumento na formação óssea e na inibição da reabsorção óssea. Além disso, a produção de hormônios anabólicos durante o treinamento resistido também contribui para o aumento da DMO. Inclusive, de acordo com os achados de Ribeiro *et al.* (2020), o treinamento resistido pode ser uma estratégia eficaz para aumentar a densidade mineral óssea em praticantes de musculação com diferentes níveis de treinamento.

Neste capítulo explorou-se a complexidade do treinamento resistido, destacando variáveis essenciais como frequência, tempo de recuperação, seleção de exercícios, técnica de execução, volume e intensidade. Em particular, abordou-se o princípio do volume-intensidade, que regula o equilíbrio entre o número de repetições, séries e a carga utilizada, com o objetivo de promover adaptações fisiológicas ao longo do tempo. Esse princípio ressalta a importância de ajustar o volume e a intensidade de acordo com o nível de esforço e a prevenção de lesões. Constatou-se que o treinamento resistido não apenas desencadeia adaptações positivas no tecido ósseo, promovendo o aumento da formação óssea e a inibição da reabsorção óssea, mas também estimula a produção de hormônios anabólicos que contribuem para o fortalecimento dos ossos. O capítulo seguinte tratará de explicar outros fatores, além do treinamento resistido, que também geram impacto na densidade mineral óssea.

2.4 OUTROS FATORES QUE IMPACTAM NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

A idade é um dos fatores que impactam diretamente na densidade mineral óssea. Durante a fase de crescimento, a densidade mineral óssea aumenta gradualmente até atingir o pico de massa óssea por volta dos 20 a 30 anos de idade. Esse aumento ocorre devido à formação óssea superar a reabsorção óssea, resultando em um balanço positivo de cálcio (Martini, F.H.; Timmons, M.J.; Tallitsch, R.B., 2018).

Pelo fator envelhecimento, os idosos tendem a ter menos densidade mineral óssea e, segundo Rech *et al.* (2020), idosos que realizam treinamento resistido apresentam redução na taxa de quedas e no risco de quedas, além de melhora na força muscular e equilíbrio. Além disso, o treinamento resistido pode melhorar a capacidade funcional e aumentar a confiança dos idosos em realizar atividades cotidianas, reduzindo o medo de quedas e aumentando a qualidade de vida.

A densidade mineral óssea tende a diminuir com o tempo devido à perda de cálcio e outros minerais do osso, além da diminuição na produção de hormônios importantes para a manutenção da densidade óssea, como o estrogênio e a testosterona. Fatores como sedentarismo, tabagismo, consumo excessivo de álcool e dietas pobres em cálcio e vitamina D também podem contribuir para a diminuição da densidade mineral óssea ao longo do tempo (Nih, 2021).

Sobre o aspecto nutricional, de acordo com o livro "*Nutrition and Bone Health*" de Michael F. Holick e Jeri W. Nieves (2015), a ingestão adequada de nutrientes é crucial para a saúde óssea e diversos estudos comprovam a importância de uma alimentação balanceada na prevenção da perda óssea e de fraturas.

Por exemplo, a deficiência de vitamina D pode afetar negativamente a saúde óssea e diminuir a densidade mineral óssea, uma vez que a vitamina D desempenha um papel importante na absorção de cálcio pelo intestino e na regulação do metabolismo ósseo. A deficiência de vitamina D pode levar à diminuição da absorção de cálcio, bem como à diminuição da atividade osteoblástica e aumento da atividade osteoclástica, o que pode resultar em perda óssea e diminuição da densidade mineral óssea (Holick, 2017).

No livro "*Nutrition and Bone Health*", Michael F. Holick e Jeri W. Nieves (2015) também mencionam que a combinação de atividade física regular com uma dieta equilibrada é uma abordagem eficaz para manter e melhorar a saúde óssea.

De fato, um estudo realizado por Cunha *et al.* (2019) destacou que uma alimentação adequada, rica em nutrientes essenciais como cálcio, vitamina D, magnésio e proteínas, é fundamental para a melhoria da densidade mineral óssea em indivíduos que praticam treino resistido. Além disso, a ingestão desses nutrientes também pode prevenir lesões e melhorar o desempenho durante o exercício. Portanto, a combinação de uma dieta equilibrada com o treinamento resistido pode ser uma estratégia eficaz para prevenir e tratar a osteoporose.

Em certos casos a suplementação de cálcio e vitamina D é recomendada, como quando a ingestão alimentar não é suficiente para atender as necessidades diárias desses nutrientes, especialmente em populações de risco para deficiência, como idosos e indivíduos com restrições alimentares. A suplementação também pode ser indicada em casos de osteoporose estabelecida. (Holick, 2011; Weaver *et al.*, 2016).

O sexo do indivíduo também pode ter um impacto significativo na densidade mineral óssea. Em geral, as mulheres têm uma densidade mineral óssea mais baixa do que os homens, especialmente após a menopausa, devido a mudanças hormonais que afetam o metabolismo ósseo. Estudos mostram que a densidade mineral óssea é cerca de 25% menor em mulheres pós-menopáusicas em comparação com homens da mesma idade (Compston, 2019).

Sobre isso, de acordo com os estudos de Carneiro *et al.* (2016), o treinamento resistido com pesos livres pode levar a um aumento na densidade mineral óssea em mulheres na fase pós-menopausa.

Durante o presente capítulo, foi possível ver diferentes fatores que influenciam a densidade mineral óssea, destacando a importância da idade, da nutrição, do sexo e da atividade física na saúde dos ossos. Observou-se como o envelhecimento e a redução na produção de hormônios podem levar à diminuição da densidade mineral óssea, aumentando o risco de osteoporose e fraturas. Além disso, ressaltou-se o papel fundamental de nutrientes como cálcio e vitamina D na manutenção da saúde óssea, enfatizando que uma dieta equilibrada combinada com o treinamento resistido pode ser uma estratégia eficaz para prevenir e tratar a osteoporose. Finalmente, foi destacado a diferença de densidade mineral óssea entre os sexos e como o treinamento resistido pode beneficiar especialmente as mulheres na fase pós-menopausa, promovendo um aumento na densidade mineral óssea.

3 METODOLOGIA

Segundo Severino (2007), a pesquisa é um processo sistemático e planejado que busca solucionar problemas científicos ou investigar questões específicas. Envolve a coleta, organização, análise e interpretação de dados, com o objetivo de gerar conhecimento e contribuir para o avanço do conhecimento científico.

Relativo à metodologia, é um conjunto de procedimentos e técnicas utilizados na pesquisa científica para orientar o planejamento, a execução e a análise dos dados. Ela envolve a seleção adequada de métodos, instrumentos e abordagens teóricas, visando garantir a confiabilidade e a validade dos resultados obtidos (Severino, 2007). Desta forma, a metodologia tem o intuito de guiar o pesquisador desde o início até o fim de sua pesquisa.

Em relação aos objetivos de pesquisa, foi utilizada a pesquisa exploratória. Andrade (2010, p. 112) define que:

É o primeiro passo de todo trabalho científico. São finalidades de uma pesquisa exploratória, sobretudo quando bibliográfica, proporcionar maiores informações sobre determinado assunto; facilitar a delimitação de um tema de trabalho; definir os objetivos ou formular as hipóteses de uma pesquisa ou descobrir novo tipo de enfoque para o trabalho que se tem em mente.

Dessa forma, a pesquisa exploratória propicia aos pesquisadores uma compreensão inicial de uma problemática ou um fenômeno ainda não extensivamente estudado. Além disso, ajuda a identificar quais variáveis são mais relevantes para um estudo mais aprofundado. Isso é especialmente útil quando os pesquisadores não têm um conhecimento completo das variáveis envolvidas. Os resultados da pesquisa exploratória podem ajudar a definir o escopo e o foco de estudos subsequentes.

Foi utilizada a abordagem qualitativa, que busca compreender e interpretar fenômenos complexos e sociais por meio da coleta e análise de dados não numéricos.

Sobre a técnica de coleta de dados, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que por sua vez consiste em fazer um estudo aprofundado de fontes bibliográficas, ou seja, livros, artigos, teses, dissertações, relatórios e outros materiais impressos ou digitais que abordem o tema escolhido. Começa com a definição do tema e a delimitação do objeto de estudo. A partir disso, é feita uma busca sistemática por fontes bibliográficas que sejam relevantes e atualizadas para o tema em questão. Após a seleção das fontes bibliográficas, é realizada a leitura crítica dos materiais, com o objetivo de identificar as principais ideias, argumentos e conceitos relacionados ao tema, vale destacar que essa metodologia não se resume apenas à coleta de informações de fontes bibliográficas, mas sim a uma análise crítica dessas informações (Andrade, 2010).

Em suma, as fases da pesquisa bibliográfica são: escolha e delimitação do tema, coleta de dados, localização das informações, documentação dos dados, seleção do material, plano do trabalho, redação das partes, leitura crítica para redação final e organização da bibliografia (Andrade, 2010).

Considerando as limitações de tempo de uma pesquisa para conclusão de curso, optou-se pela análise de dados secundários, utilizando dados que já foram coletados por outras fontes, como pesquisadores da área, órgãos governamentais (Ministério da Saúde), instituições acadêmicas, organizações internacionais (OMS) etc.

Tratando-se de uma pesquisa bibliográfica, o local da retirada dos dados para a pesquisa foi majoritariamente artigos, teses, revistas e livros, provenientes de buscas realizadas no Google Acadêmico e na biblioteca eletrônica SciELO.

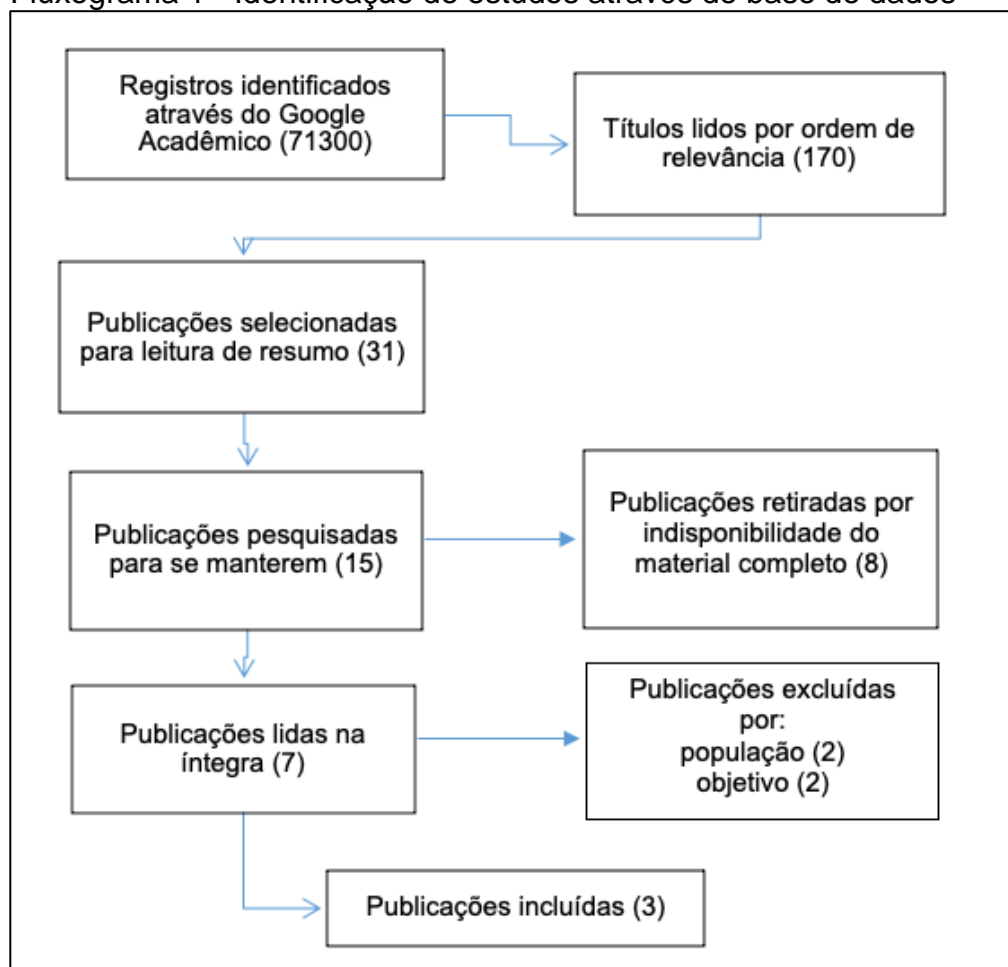
Como uma primeira abordagem ao tema para a elaboração do referencial teórico, na construção do TCC 1, não se usou delimitação de recorte temporal, usando a língua portuguesa e a língua inglesa como filtro de pesquisa. Na língua portuguesa utilizou-se os seguintes termos: Densidade Mineral Óssea Conceito, Treino Resistido, Densidade Mineral Óssea e Treino Resistido e Fatores que Influenciam a Densidade Mineral Óssea. Na língua inglesa, foram usados os termos: *Bone Density*, *Exercise on Bone Health* e *Exercise and Osteoporosis*.

Como segunda etapa, durante a realização do TCC 2, na seleção dos trabalhos usados para comparação dos resultados, foi realizada uma pesquisa mais específica através de buscas no Google Acadêmico. Essa etapa iniciou com uma pesquisa do termo em português “treino resistido na saúde óssea”, o recorte dos últimos 9 anos resultou em uma quantidade de 3870 trabalhos, contudo, sendo grande parte de análises de dados secundários. Nesse cenário, realizou-se uma segunda investida, utilizando-se os descritores em inglês “*Resistance training on bone health*” e “*Exercise impact on bone density*”, que culminaram em, respectivamente, 51500 e 19800 pesquisas. Para o primeiro descritor, delimitou-se o tempo do ano de 2015 até 2023, para o segundo, o tempo foi do ano de 2020 até 2023. A diferença do recorte de tempo se deu pois o descritor 1, diferente do descritor 2, não especificava “densidade mineral óssea”, dessa forma resultava em muitos trabalho com objetos de pesquisa diferentes.

Ademais, também se usou como critério de inclusão e exclusão pesquisas que: medissem a DMO pré e pós um programa de exercício resistido, constassem ao

menos 6 meses de exercício contínuo e tivessem como população indivíduos na faixa etária de 18 a 65 anos. Os trabalhos foram ordenados por relevância e lidos em sequência. A busca e a seleção dos artigos aconteceram entre setembro e outubro de 2023.

Fluxograma 1 - Identificação de estudos através de base de dados



Fonte: Elaboração própria (2023).

Foram consideradas indisponíveis as publicações que tinham o acesso ao seu material completo restrito, seja por requererem cadastro em determinada universidade ou pagamento.

No seguinte capítulo serão apresentados os resultados. A descrição dos trabalhos selecionados obedecerá a sequência: autor, data, objetivos, amostra, método e resultados. Nesse ínterim, inspirados no método comparativo, serão relacionadas e debatidas as próprias pesquisas com apoio nas literaturas anteriormente acessadas.

Conforme apontado por Fachin (2001), o método comparativo envolve a análise de coisas ou fatos, elucidando-os com base em suas similaridades e disparidades. Esse método possibilita a análise de dados específicos e a inferência de semelhanças e discrepâncias entre elementos persistentes, sejam eles concretos, abstratos ou gerais, podendo ser aplicado em diversas áreas das ciências.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS SELECIONADOS: DIFERENTES CENÁRIOS E A RELEVÂNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO PARA O AUMENTO DA DMO

4.1.1 Eficácia do treinamento de resistência ou exercício de salto para aumentar a densidade mineral óssea em homens com baixa massa óssea: um ensaio clínico randomizado de 12 meses

O estudo 1 foi escrito por Hinton *et al.* (2015), tinha como objetivo determinar os efeitos de 12 meses de treino resistido ou treino de salto na DMO do corpo inteiro, do quadril e da espinha. Utilizou-se uma amostra de 38 homens de 25 a 60 anos de idade com baixa massa óssea do quadril ou da coluna lombar, esse grupo tinha uma média de idade de 43,5 anos. Esse grupo de 38 homens foi dividido em 2 grupos de 19, um que viria a realizar o treino resistido e o outro o treino de salto. O método utilizado foi a realização de um programa de 12 meses de treinamento, 2 a 3 sessões por semana, com período de descanso de 48 horas entre as sessões. Foram utilizados os seguintes exercícios: agachamento, remada curvada, levantamento terra, desenvolvimento, afundo e elevação de panturrilha. No início do programa e a cada 6 semanas foram realizados testes de 1 repetição máxima (RM) para adaptação das cargas. O treinamento foi periodizado em ciclos de 6 semanas, o volume-intensidade dos exercícios foi: 3x10 (50% 1RM) nas semanas 1 e 2, 2x10 (60% 1RM) e 1x6-8 (70-75% 1RM) nas semanas 3 e 4 e 2x10 (60% 1RM) e 1x3-5 (80-90% 1RM) nas semanas 5 e 6.

Os resultados encontrados foram: em ambos os grupos houve um aumento de 0,6% na DMO do corpo todo após 6 meses de treinamento, esse aumento se manteve durante os 12 meses; em ambos os grupos houve um aumento de 1,3% da DMO da espinha lombar; apenas o grupo que realizou treinamento resistido, obteve um aumento na DMO do quadril.

Nesse estudo, ambos os grupos, tanto o que efetuou o treino resistido quanto o que efetuou treino de salto, sofreram aumento na DMO do corpo todo e da espinha lombar, contudo apenas o grupo do treino de salto não sofreu aumento na DMO do quadril, então, os outros dois grupos do treinamento resistido tendo sofrido esse aumento da DMO, pode-se dizer que o resultado vai ao encontro dos estudos que sugerem que o treinamento resistido pode levar a uma melhoria da densidade mineral óssea em áreas específicas do corpo, como a coluna lombar e o quadril (Júnior *et al.*, 2017; Guimarães *et al.*, 2019).

Vale ressaltar também que esse estudo além do aumento da DMO também captou o aumento de força óssea, onde 5% de aumento da DMO equivaleu a 65% de aumento da força óssea. Além disso, nas mulheres com osteoporose pós-menopausa, o aumento de 1% da densidade mineral óssea na espinha reduziu o risco de fratura em 8%.

4.1.2 O exercício de alto impacto aumentou a densidade óssea do colo femoral sem efeitos adversos nos marcadores de imagem da osteoartrite do joelho em mulheres na pós-menopausa

O estudo 2 foi escrito por Hartley *et al.* (2020), tinha como objetivo investigar os efeitos de uma intervenção de 6 meses de exercícios unilaterais progressivos de alto impacto na DMO do colo femoral e no conteúdo mineral ósseo de mulheres saudáveis na pós-menopausa enquanto quantificava alterações na cartilagem articular do joelho. Para tal, utilizou-se uma amostra inicial de 42 mulheres de 55 a 70 anos de idade que houvesse ao menos 12 meses desde a última menstruação e/ou histerectomia, ooforectomia ou uso de anticoncepcional hormonal. Desses 42, 7 não finalizaram o programa de treino: 4 não proveram qualquer aviso, 2 desistiram por desconforto no joelho e 1 por tendinopatia do Aquiles. O método utilizado foi uma intervenção de 6 meses de exercícios unilaterais de alto impacto. Iniciou-se com saltos verticais, evoluindo até saltos multidirecionais, progredindo o volume dos exercícios de três sessões de 3x6 (sets x repetições) na primeira semana, três sessões de 3x8 na segunda semana, três sessões de 3x10 na terceira semana, três sessões de 4x10 na quarta semana, quatro sessões de 4x10 na quinta e na sexta semana, cinco sessões de 5x10 na sétima e na oitava semana, seis sessões de 5x10 na nona e na décima semana e sete sessões de 5x10 a partir da décima primeira semana, semana cuja os treinos começaram a ser diários, até a vigésima sexta semana, quando se finalizou o treino. Durante as três primeiras semanas os indivíduos usaram os braços como suporte para a realização dos saltos, a partir da quarta semana deixou-se de usar os braços como suporte.

Após os 6 meses foram comparados os resultados da “perna controle”, perna que não foi utilizada para os exercícios, e da perna usada durante o treinamento. Os resultados obtidos foram: a DMO do colo femoral da perna utilizada para os exercícios sofreu um aumento de 0,81%, enquanto da perna controle sofreu um decréscimo de 0,57%; o conteúdo mineral ósseo da perna utilizada nos exercícios aumentou em 0,69%, enquanto da perna controle decaiu em 0,71%.

Assim como o primeiro estudo, esse estudo também demonstrou que o exercício resistido, mesmo que nesse caso tenha-se usado o peso corporal através dos saltos, pode causar a melhoria na densidade mineral óssea em áreas específicas do corpo. Diferentemente do estudo 1, nesse caso esse aumento foi na DMO do colo femoral, vale ressaltar também que se utilizou exercícios de alto impacto, respeitando a segurança dos participantes.

4.1.3 Programas de treinamento resistido sobre variáveis ósseas e independência funcional de mulheres na pós-menopausa em tratamento farmacológico: um ensaio clínico randomizado

O estudo 3, escrito por Borba-Pinheiro *et al.* (2016), tinha como objetivo verificar os efeitos de dois programas lineares de treinamento resistido sobre a DMO, autonomia funcional, força muscular e qualidade de vida de mulheres na pós-menopausa em tratamento farmacológico. Utilizou-se uma amostra de 52 mulheres com idade mínima de 50 anos e baixa DMO. Esses indivíduos foram subdivididos em 3 grupos: RT3, RT2 e CG com, respectivamente, 20, 16 e 16 pessoas. O método utilizado foi: treinamento de 13 meses de periodização linear onde o grupo RT3 realizou 3 sessões de treino

por semana, o grupo RT2 realizou 2 e o CG não realizou treinamento. Utilizaram-se os exercícios: *leg press* 45°, extensão de joelho, flexão plantar, agachamento, adução de quadril, máquina para glúteos, flexão de cotovelo, extensão de cotovelo e adução de ombro.

Sobre volume e intensidade dos exercícios, foram realizadas 10 RMs (repetição máxima), com a carga variando de 60% a 90% de 1RM. Se obtiveram os seguintes resultados: o grupo RT3 teve um aumento da DMO (g/cm²) da lombar L2-L4 de ≈ 0.900 para 0.980, da DMO do colo femoral de ≈ 0.780 para 0.840, da DMO do trocânter de ≈ 0.680 para 0.780, da DMO do fêmur total de ≈ 0.720 para ≈ 0.800 e da DMO total de 0.780 para 0.850; o grupo RT2 teve um aumento da DMO (g/cm²) da lombar L2-L4 de ≈ 0.910 para 0.990, da DMO do colo femoral de ≈ 0.790 para 0.900, da DMO do trocânter de ≈ 0.700 para 0.790, da DMO do fêmur total de ≈ 0.740 para 0.820 e da DMO total de ≈ 0.800 para 0.880; o grupo CG manteve a DMO estável.

De acordo com os estudos analisados por Silva *et al.* (2015,), a densidade mineral óssea pode ser influenciada pelo volume de treinamento resistido praticado pelos indivíduos. Contudo, pôde-se observar que no estudo 3 não houve aumento do volume de treino, apenas a variação da intensidade (carga utilizada) e ainda assim os resultados apresentaram aumento da DMO dos indivíduos. Dessa forma, entende-se que as outras variáveis do exercício físico também são relevantes para o aumento da DMO. Inclusive, de acordo com Carneiro *et al.* (2016), a densidade mineral óssea pode ser afetada pelo tipo e frequência do treinamento resistido realizado pelos indivíduos.

Os três estudos apresentaram resultados positivos para com o aumento da DMO e, ainda se são números relativamente baixos, eles são biologicamente relevantes pois o aumento da DMO ocorreu mesmo em cenários de queda natural causada pela idade e em populações diferentes, dessa forma, mostra-se que esses achados vão de acordo com Albuquerque Júnior *et al.* (2015), que afirma que o treinamento resistido é considerado um estímulo relevante para preservação e aumento da densidade mineral óssea, sendo uma alternativa não farmacológica para prevenção e tratamento da osteoporose. Esse aumento na DMO é resultado da adaptação do tecido ósseo ao estresse mecânico imposto durante o treinamento resistido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente artigo foi possível, através da fisiologia, conceituar, explicar a importância, principalmente no que diz respeito à saúde óssea e entender o funcionamento da densidade mineral óssea, ressaltando a enorme quantidade de fatores que impactam na mesma. Além disso, pôde-se compreender como o estresse mecânico causado pelo exercício resistido atinge a DMO. Finalmente, ao investigar na literatura, pôde-se comparar diferentes cenários que relacionavam a DMO com o treino resistido.

Através desses achados, o treinamento resistido demonstrou ser eficaz no aumento da densidade mineral óssea. Não somente, suas variáveis também se mostraram impactantes na eficácia desse aumento, mostrando que respeitando o volume-intensidade adequado, o exercício resistido é capaz de reverter ou reduzir o processo biológico natural de diminuição da densidade mineral óssea causada pela idade.

Dessa forma, o treinamento resistido pode ser considerado uma medida preventiva ou até mesmo um tratamento não medicamentoso para a melhoria da saúde óssea como um todo.

Todavia, deve-se considerar as limitações de uma pesquisa de conclusão de curso, a nível de tempo e até mesmo de recursos, portanto, considerando também a quantidade de estudos analisados, fazem-se necessárias mais pesquisas sobre o tema proposto, utilizando-se de uma maior amostragem e/ou diferentes populações, para que se possa ter um quadro geral mais relevante de um tema dessa magnitude.

REFERÊNCIAS

- AABERG, Everett. **Conceitos e Técnicas para o Treinamento Resistido**. Dallas, Texas. Manole. 2002.
- ALBUQUERQUE-JÚNIOR, R. L. C. et al. Efeito do treinamento resistido na densidade mineral óssea: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 2, p. 132-138, 2015.
- ALMEIDA, F. A. **Fisiologia óssea e do tecido mineralizado**. 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2015.
- ANDRADE, M. M. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico: Elaboração de Trabalhos na Graduação**. 10ª edição. São Paulo, Brasil: Atlas, 2010.
- BIELEMANN, R. M. et al. Efeito do exercício resistido na densidade mineral óssea em mulheres: uma revisão sistemática e meta-análise. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 12, n. 1, p. 67-76, 2010.
- BORBA-PINHEIRO et al. Resistance training programs on bone related variables and functional independence of postmenopausal women in pharmacological treatment: A randomized controlled trial. **Archives of Gerontology and Geriatrics**. v. 65. p. 36-44 July–August 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2016.07.001>
- BORGES, J. H. M. et al. Avaliação da densidade mineral óssea em mulheres na pós-menopausa praticantes de atividades físicas. **Brazilian Journal of Sports and Exercise Research**, v. 11, n. 4, p. 291-295, 2020.
- BORGES, J. H. M.; PEREIRA, R. M. R.; SOUSA, N. D. R.; MASCARENHAS, L. P. G.; VILAR, L. A. Assessment of bone health in women: a review of the literature. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 64, n. 5, p. 576-583, 2020.
- CADORE, E. L. et al. Age-related effects of 8 weeks of neuromuscular training on strength, power, and balance of older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 21, n. 1, p. 21-29, 2013.

- CARMONA, L. H. F. et al. Osteoporose: definição, etiologia, diagnóstico e tratamento. In: PEREIRA, R. M. R.; ABREU, D. C.; SANTOS, R. T. (org.). Osteoporose. Rio de Janeiro: **Medbook**, 2018. p. 1-13.
- CARNEIRO, J. A. O. et al. Efeitos do treinamento resistido sobre a densidade mineral óssea em adultos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 21, n. 5, p. 458-465, 2016.
- COLOMBO, M.; SPINELLI, L.; MELZI, M.; PIAZZA, S.; MARCHETTI, P.; VILLA, T. Recent advances in bone density and geometry assessment techniques: a review. **Rassegna di patologia dell'apparato locomotore**, v. 84, n. 2, p. 58-66, 2019.
- COMPSTON, J. E. Sex Steroids and Bone. In: ROSEN, C. J. (Ed.). **Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism**. 9th ed. John Wiley & Sons, 2019. p. 53-58.
- CUNHA, P. M. et al. Efeitos do treinamento resistido e da suplementação nutricional na densidade mineral óssea em mulheres na pós-menopausa: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, e180137, 2019.
- DELECLUSE, C. et al. Effects of strength training on bone mineral density in healthy and osteopenic women. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 18, n. 2, p. 326-333, 2003.
- De-Paula FJA. A insuficiência óssea na doença renal crônica: papel do paratormônio. **Arq Bras Endocrinol Metab** [Internet]. 2009Dec;53(9):1059–60. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0004-27302009000900001>
- DINIZ, T. A. M. et al. Efeitos do treinamento físico sobre a densidade mineral óssea em mulheres idosas: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 499-508, 2018.
- FACHIN, Odília. **Fundamentos da Metodologia**. 5º Edição. Saraiva, 2001.
- FAZZALARI, N.L.; MCGUIRE, T. C. Quantitative computed tomography-based finite element analysis predictions of femoral strength and stiffness depend on computed tomography settings. **Journal of biomechanics**, v. 57, p. 87-94, 2017.
- FERREIRA, E. C. et al. Treinamento resistido em idosas e sua relação com a densidade mineral óssea. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 59-65, 2020.
- FERREIRA, M. L. et al. Exercise for osteoporosis: an update. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 60, n. 4, p. 566-581, 2020.

GENTIL, P. Effects of resistance training on performance in healthy elderly. In: NADEL, E. (Ed.). Exercise for aging adults: a guide for practitioners. Cham: Springer, 2017. p. 61-76.

GOMES-MARÇAL, L. et al. Exercise and Bone Health: A Systematic Review of the Mechanisms Implicated in Adults Aged 50 Years and Older. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 1-16, 2021.

GOMES-MARÇAL, W. L. et al. Efeitos do treinamento resistido sobre a densidade mineral óssea em idosos: uma revisão sistemática e meta-análise.

GUIMARÃES, R. P. et al. Effect of resistance training on bone mineral density of postmenopausal women with osteoporosis or osteopenia. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 15, n. 4, p. 512-516, 2019.

HARTLEY, C. et al. High-Impact Exercise Increased Femoral Neck Bone Density with No Adverse Effects on Imaging Markers of Knee Osteoarthritis in Postmenopausal Women. **Journal of Bone and Mineral Research**, Vol. 35, No. 1, January 2020, pp 53–63. DOI: 10.1002/jbmr.3867

HINTON, P. S., Nigh P., Thyfault, J. Effectiveness of resistance training or jumping-exercise to increase bone mineral density in men with low bone mass: A 12-month randomized, clinical trial. **Bone**, 79. p. 203–212 Columbia, USA. June, 2015.

HITZLÉR, L.; RISSANEN, S.; HEINONEN, A. et al. Resistance training to enhance cognitive function in older adults: A systematic review and meta-analysis. **Ageing Research Reviews**, v. 52, p. 1-14, 2019.

HOLICK, M. F. et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 96, n. 7, p. 1911-1930, 2011.

HOLICK, M. F. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. **Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders**, v. 18, n. 2, p. 153-165, 2017.

HOLICK, M. F., & Nieves, J. W. **Nutrition and bone health** Second Edition. Morristown, USA. Humana Press. 2015.

JAMAL, S.A. et al. Bone mineral density testing: A review. **Canadian Medical Association Journal**, v. 192, n. 25, p. E666-E676, 2020.

JONES, T. W. et al. Resistance training for mobility and balance in older adults. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 18, n. 7, p. 751-759, 2021.

JÚNIOR, R. L. C. A. et al. Efeitos de 12 semanas de treinamento resistido sobre a densidade mineral óssea de mulheres com osteopenia. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 25, n. 3, p. 85-95, 2017.

LEMOS, N. et al. Treinamento de força e densidade mineral óssea em mulheres: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, n. 6, p. 472-478, 2018.

LOPES, R. V. et al. Ultrassonografia óssea: revisão da literatura. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 52, n. 6, p. 380-386, nov./dez. 2019.

MARTINI, F. H.; TIMMONS, M. J.; TALLITSCH, R. B. Anatomia humana. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

MELLO, R. G. et al. Effects of resistance training on balance and functional autonomy in elderly: a randomized controlled trial. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 23, n. 4, p. e190218, 2020.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH (NIH). Osteoporosis overview. Disponível em: <https://www.bones.nih.gov/health-info/bone/osteoporosis/overview>.

OLIVEIRA, D. R. et al. Métodos de avaliação da densidade mineral óssea em mulheres pós-menopausa: uma revisão integrativa. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 59, n. 1, p. 86-98, 2019.

O que significa ter saúde? Gov.br, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-que-ro-me-exercitar/noticias/2021/o-que-significa-ter-saude>

Organização Mundial da Saúde (OMS). (1946). Constituição da Organização Mundial da Saúde.

PACCINI, M. K., GLANER, M. F. Densidade mineral óssea e absorptometria de raio-X de dupla energia. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. p. 92-99, 2008.

PINTO, R. S. et al. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia para o envelhecimento saudável. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 1-31, jan./fev. 2019.

RECH, C. R.; et al. Benefícios do treinamento resistido em idosos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 6, e200184, 2020.

REIS, R. C. et al. Osteoclastos. In: OLIVEIRA, C. F.; ZAMBELLI, V. O. (Org.). **Dicionário Interdisciplinar da Ciência da Saúde**. São Paulo: Atheneu, 2021. p. 1098-1099.

Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, Rio de Janeiro, v. 24, n. 5, e200213, 2021.

REZENDE, M. R. M. et al. Treinamento resistido em idosos: benefícios e limitações. **Fisioterapia em Movimento**, v. 31, p. 1-10, 2018.

RIBEIRO, A. S. et al. Efeitos do treinamento resistido sobre a densidade mineral óssea em praticantes de musculação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, n. 3, p. 219-224, 2020.

RIBEIRO, F. A. S.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA, A. Osteoporose: fisiopatologia, prevenção e tratamento. Rio de Janeiro: Rubio, 2019.

RIBEIRO, L.; VALENTE, D.; MONTEIRO, J.; FIGUEIREDO, D.; SANTOS, C.; BRITO, J. Analysis of osteoporotic fracture risk based on bone mineral density and demographic data. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: **Journal of Engineering in Medicine**, v. 233, n. 5, p. 537-542, 2019.

RODRIGUES, B. M. et al. Princípios do treinamento resistido para indivíduos saudáveis e grupos especiais. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 4, n. 22, p. 692-702, 2010.

SANTIAGO R. C, Farinazzo VITRAL R. W. Métodos de avaliação da densidade mineral óssea e seu emprego na odontologia. Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada [Internet]. 2006;6(3):289-294. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63711504013>

SCHOENFELD, B. J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. **Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p. 179-194, 2013.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23^a ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, F. J. C. et al. Treinamento resistido e densidade mineral óssea em adultos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 9, n. 54, p. 397-408, 2015.

SILVA, J. M. et al. Prevalência de osteoporose em mulheres na pós-menopausa: análise por meio da densitometria óssea de dupla energia. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 1-9, 2021.

SOUSA, T. et al. Efeito do treinamento com pesos na densidade mineral óssea de mulheres na pós-menopausa: uma revisão sistemática. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, Seville, v. 12, n. 2, p. 60-67, 2019.

SOUSA, V. A. et al. Efeito de um programa de exercícios resistidos na densidade mineral óssea em mulheres na pós-menopausa: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 15, n. 97, p. 1767-1778, 2021.

WEAVER, C. M. et al. Calcium plus vitamin D supplementation and risk of fractures: an updated meta-analysis from the National Osteoporosis Foundation. **Osteoporosis International**, v. 27, n. 1, p. 367-376, 2016.