

Universidade do Vale do Paraíba
Faculdade de Educação e Artes
Curso de Educação Física

Gabriel Marcelo Lopez dos Santos

Impacto do exercício resistido na osteopenia e osteoporose

São José dos Campos/SP

2025

Gabriel Marcelo Lopez dos Santos

Impacto do exercício resistido na osteopenia e osteoporose

Relatório final apresentado como parte das exigências da disciplina Trabalho de Graduação à Coordenação de TG do curso de Educação Física da Faculdade de Educação e Artes da Universidade do Vale do Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Elessandro Váguino de Lima

São José dos Campos/SP

2025

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO E ARTES
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO

IMPACTO DO EXERCÍCIO RESISTIDO NA OSTEOPENIA E
OSTEOPOROSE

Aluno: Gabriel Marcelo Lopez dos Santos

Orientador: Prof Dr Elessandro Váguino de Lima

Banca Examinadora:

Presidente: Prof Dr Elessandro Váguino de Lima

Membros:

Prof Dr Dorival Cesare Junior

Prof Dr Claudio Alexandre Cunha

Nota do Trabalho: 9,5

Nove vírgula cinco

São José dos Campos/SP

2025

Dedico este trabalho aos meus familiares, em especial minha mãe que
me ajudou nessa caminhada longa e intensa e me
ensinou a enfrentar todos os desafios de cabeça erguida

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois ele é o senhor e me deu força e resiliência para seguir em frente nos momentos mais difíceis em toda minha jornada acadêmica.

Agradeço à minha mãe, que foi o meu maior alicerce durante minha caminhada acadêmica, me deu todo o suporte necessário, me ajudou e me auxiliou, principalmente emocionalmente, e sempre acreditou no meu potencial, e estava lá quando eu mesmo duvidava. Passei toda jornada acadêmica sem ter um notebook, e ela sempre me emprestava o dela, mesmo quando ela estava precisando, nós dividíamos, pois eu não tinha condições de comprar um, e sendo bem sincero ainda não tenho, mas agora no último semestre, ela comprou um novo para ela trabalhar, e me presenteou com o antigo, quando eu mais precisava, e sem esse gesto de amor e confiança, nada disso seria possível.

Por último, gostaria de agradecer à minha namorada, por todo amor, apoio e compreensão, ela entendeu minhas ausências, a falta de tempo e o estresse do último ano. Ela sempre soube que era um período momentâneo, que as noites com 4 a 5 horas de sono não seriam para sempre, e decidiu permanecer ao meu lado, mesmo que eu não conseguisse doar meu tempo nem a ela, nem aos familiares, tanto os meus quanto os delas, e meus únicos momentos de folga, eu me dedicava ao TG, ou priorizava descansar. Agradeço por ela ter sido meu porto seguro, me ajudou a segurar as pontas nos momentos mais difíceis, me deu todo suporte emocional que eu precisava, e sem esse suporte eu não aguentaria passar por todo esse processo.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.”
(Robert Collier)

RESUMO

Diferentes tipos de treinamento físico promovem adaptações distintas no sistema musculoesquelético. O treinamento de força ou resistido estimula sobrecarga física que pode trazer benefícios ao praticante. A metodologia utilizada foi a partir de uma revisão de literatura, por meio de pesquisa teórica descritiva e analítica de artigos recentes sobre o tema. Diversos autores analisados apontam que a prática regular da musculação estimula a atividade dos osteoblastos, reduz a reabsorção óssea e aumenta a densidade mineral, especialmente em pessoas idosas e mulheres na pós-menopausa. Estudos comparativos indicam que o exercício resistido proporciona resultados superiores aos de atividades aeróbicas. O exercício resistido preserva a massa óssea e reduz acidentes que podem levar a quedas e resultar em fraturas. Desde que o treinamento resistido seja prescrito baseado em sobrecarga progressiva e regularidade, ele é uma estratégia segura e a mais eficaz para a manutenção saudável do sistema musculoesquelético e a promoção da qualidade de vida.

Palavras-chave: Exercício resistido. Osteopenia. Osteoporose. Densidade mineral óssea. Musculação.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 JUSTIFICATIVA	11
3 HIPÓTESE	12
4 OBJETIVO GERAL	13
4.1 Objetivos específicos	13
5 METODOLOGIA.....	14
6 REVISÃO DE LITERATURA	15
6.1 Sistema mUsculoesquelético	15
6.2 Fundamentos e Aplicações do Treinamento Resistido	16
6.3 Adaptações Inflamatórias e Neuromusculares ao Treinamento Resistido com Diferente Duração da Ação Muscular.....	18
6.4 OSTEOPENIA.....	19
6.5 Osteoporose.....	21
6.6 Exercício resistido aplicados à formação e manutenção da massa óssea.....	22
6.7 Exercício resistido na prevenção da osteopenia e osteoporose.....	25
6.8 O exercício resistido e diferentes métodos de exercício para a saúde óssea	28
6.9 Recomendações de frequência, intensidade e volume de treinamento resistido	31
7 DISCUSSÃO	36
8 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

O exercício resistido tem sido proposto como uma alternativa para atenuar a perda de massa óssea em populações com maior risco de osteopenia e osteoporose, como pessoas idosas e mulheres na pós-menopausa. De acordo com Freire (2018), esse tipo de treinamento favorece a manutenção da densidade mineral óssea por meio da sobrecarga mecânica aplicada sobre os ossos, o que estimula a atividade osteoblástica e a remodelação óssea. Fraga (2025) destaca que a continuidade dessa prática resulta em adaptações que promovem maior resistência ao impacto, diminuindo o risco de fraturas relacionadas à fragilidade do tecido ósseo. Araújo e Gonçalves (2022) reforçam que o exercício físico, especialmente o resistido, é uma das estratégias mais indicadas para conter o avanço da osteoporose, principalmente quando iniciado de forma precoce e mantido com regularidade. Esses autores mostram que há relação entre a prática sistemática e a redução da perda mineral associada ao envelhecimento.

A musculação, como forma estruturada de exercício resistido, demonstra impacto positivo tanto na densidade óssea quanto na força muscular, dois fatores que se inter-relacionam na prevenção de quedas e consequentes fraturas. Segundo Andrade et al., (2016), a musculação para pessoas idosas contribui diretamente para o fortalecimento dos músculos que sustentam a estrutura óssea, reduzindo os episódios de instabilidade postural. Carvalho e Rodrigues (2022) também indicam que o equilíbrio corporal pode ser favorecido pela prática de musculação, aspecto que atua como fator protetivo contra quedas que comprometeriam ossos já debilitados pela osteopenia. Leite et al., (2018) observam que pessoas idosas que aderem a rotinas de treinamento resistido apresentam níveis mais altos de mobilidade e capacidade funcional, características que favorecem a manutenção da saúde óssea de forma indireta. Esse conjunto de fatores evidencia a relevância da musculação não apenas como meio de preservar a estrutura óssea, mas também de promover melhor desempenho funcional em atividades cotidianas.

Outro fator a ser considerado é o efeito do exercício resistido sobre condições clínicas associadas à perda de massa óssea. Coelho et al., (2018) examinam mulheres na pós-menopausa com síndrome metabólica e observam que a prática regular de exercícios resistidos influencia positivamente a densidade mineral óssea, mesmo em um contexto de alterações hormonais e metabólicas. Ferraz e Batista

(2021) argumentam que esse tipo de exercício desempenha papel central na prevenção da sarcopenia, condição que, ao se instalar, agrava o risco de fraturas pela diminuição da força e massa muscular. Moraes (2021) complementa essa análise ao apontar que a hipertrofia resultante da musculação redistribui adequadamente a carga corporal, gerando estímulos biomecânicos constantes nos ossos e contribuindo para a sua manutenção. Ao analisar esses dados, percebe-se que o exercício resistido age em múltiplas frentes, envolvendo aspectos musculares, hormonais e estruturais, todos relacionados à perda progressiva da densidade óssea.

Corsi et al., (2022) analisam pessoas idosas submetidas à cirurgia bariátrica e observam que a avaliação da saúde óssea deve considerar intervenções com exercício resistido no período pós-operatório, dada a tendência de redução mineral após a perda de peso. Kotze et al., (2024) examinam a densidade óssea em homens com doença celíaca e indicam que a abordagem terapêutica deve incluir estímulos físicos de resistência como parte do plano de preservação estrutural óssea. Bankoff (2019) propõe que, além dos efeitos ósseos, o exercício físico promove ajustes na postura corporal, elemento fundamental para evitar quedas em ambientes domiciliares e comunitários. Dessa forma, o impacto do exercício resistido ultrapassa os limites de uma intervenção unicamente muscular e passa a ser reconhecido como instrumento de modulação de riscos sistêmicos e ortopédicos relacionados à perda de massa óssea.

2 JUSTIFICATIVA

A realização deste estudo se justifica pela crescente incidência de doenças relacionadas à perda de massa óssea, como a osteopenia e a osteoporose, que afetam de forma significativa a população idosa e mulheres na pós-menopausa, comprometendo a qualidade de vida e elevando o risco de fraturas e limitações funcionais. Embora a literatura aponte para os benefícios da atividade física na saúde óssea, ainda há lacunas quanto à compreensão específica dos efeitos do exercício resistido sobre os processos de remodelação óssea e sua real eficácia na prevenção da perda mineral.

3 HIPÓTESE

Considerando o avanço das pesquisas sobre envelhecimento e funcionalidade, a investigação aprofundada do exercício resistido pode oferecer subsídios teóricos relevantes para a formulação de estratégias terapêuticas e preventivas baseadas em evidências. Desse modo, a pesquisa contribui com o debate científico e com a proposição de alternativas viáveis e acessíveis para o enfrentamento de um problema de saúde pública em expansão.

4 OBJETIVO GERAL

Investigar os efeitos do exercício resistido e analisar qual o impacto dele para a manutenção de massa óssea, em indivíduos com risco de osteopenia e osteoporose, analisando as possíveis adaptações fisiológicas resultantes e suas implicações para a saúde desses indivíduos.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os principais mecanismos fisiológicos ativados pelo exercício resistido relacionados à formação e manutenção da massa óssea;
- Investigar as evidências bibliográficas sobre a eficácia do exercício resistido na prevenção e no tratamento da osteopenia e da osteoporose;
- Comparar o impacto do exercício resistido com outras modalidades de atividade física no que se refere à proteção e regeneração da estrutura óssea.

5 METODOLOGIA

Nesta pesquisa, adotou-se uma metodologia de revisão de literatura com enfoque descritivo e analítico, direcionada à identificação, análise e sistematização de produções científicas que investigam o impacto do exercício resistido para combater a perda de massa óssea. Foi examinado, por meio da produção científica recente, as contribuições do exercício resistido na preservação da densidade mineral óssea, especialmente em indivíduos com risco de desenvolver osteopenia e osteoporose. A abordagem metodológica compreende a análise de artigos científicos, revisões sistemáticas, meta-análises e publicações acadêmicas sobre os efeitos dessa modalidade de exercício físico sobre a integridade do tecido ósseo. A base de dados consultada foi: Pubmed/Medline; Scopus; SciELO. As Palavras-chave gerais utilizadas para a pesquisa foram: massa óssea; osteopenia; osteoporose; exercício resistido; treinamento físico.

6 REVISÃO DE LITERATURA

O capítulo de revisão de literatura foi desenvolvido a partir de uma análise detalhada dos aspectos científicos que sustentam a pesquisa, com foco nos efeitos do exercício resistido sobre a saúde óssea. Inicialmente, são abordados os fundamentos fisiológicos e moleculares do exercício resistido, destacando os mecanismos responsáveis pela formação e manutenção da massa óssea. Inicialmente é apresentado o sistema musculoesquelético para a compreensão do mesmo de modo geral, depois ser abordado o exercício resistido, explicando seus fundamentos e aplicações. A partir disso, são discutidas as evidências sobre a eficácia dessa prática na prevenção e tratamento de condições como osteopenia e osteoporose, considerando diferentes contextos clínicos e faixas etárias. Em seguida, realiza-se uma comparação entre o exercício resistido e outras modalidades físicas, destacando os efeitos específicos que cada uma exerce sobre a saúde óssea. Por fim, o capítulo explora as recomendações para a prescrição do treinamento resistido, levando em consideração a frequência, intensidade e volume adequados para preservar a densidade mineral óssea em diversas populações. As fontes teóricas utilizadas ao longo do trabalho conectam-se para fornecer a base necessária e apoiar as análises realizadas.

6.1 SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO

O sistema musculoesquelético é uma complexa rede que integra ossos, músculos, tendões e ligamentos, formando a base estrutural e funcional do corpo humano. Ele é responsável pela sustentação, movimento e proteção dos órgãos internos, além de desempenhar papel fundamental no metabolismo mineral, especialmente no armazenamento de cálcio e fósforo.

Um dos aspectos centrais dessa integração é a relação entre músculos e ossos, mediada pelos tendões. Os músculos geram força por meio da contração, que é transmitida aos ossos através dos tendões, especificamente na região chamada entese — a área onde o tendão se insere no osso. Essa conexão é altamente especializada, com adaptações morfofuncionais que permitem distribuir e absorver as cargas mecânicas durante as atividades físicas, prevenindo lesões e facilitando a movimentação (Schwartz et al., 2024).

A força exercida pelos músculos sobre os ossos é um dos principais estímulos para a manutenção da massa óssea. O processo de remodelação óssea é regulado por sinais mecânicos que ativam células responsáveis pela formação (osteoblastos) e reabsorção (osteoclastos) do tecido ósseo. Conforme apontado por Robling et al. (2018), a contração muscular cria um ambiente biomecânico que estimula a deposição mineral óssea, essencial para a resistência e densidade do esqueleto. Essa comunicação mecano-biológica é fundamental para a adaptação do tecido ósseo às demandas funcionais e para a prevenção de doenças osteometabólicas, como a osteoporose.

Além disso, a estrutura da entese é adaptada para suportar as tensões elevadas originadas na interface músculo-osso. Benjamin et al. (2006) destacam que a integridade dessa região é crucial para a eficiência da transmissão de força, pois ela funciona como um amortecedor biomecânico que minimiza o risco de rupturas e lesões. Alterações ou danos nessa área podem comprometer o funcionamento do sistema e predispor a patologias crônicas.

Portanto, o sistema musculoesquelético não é apenas uma estrutura mecânica passiva, mas um sistema dinâmico e interdependente, onde músculos, ossos e tendões trabalham em conjunto para manter a saúde, a mobilidade e a funcionalidade do corpo. A interação entre os estímulos mecânicos gerados pela musculatura e a resposta adaptativa do tecido ósseo e das enteses é essencial para o equilíbrio e a performance do organismo.

6.2 FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES DO TREINAMENTO RESISTIDO

Kraemer e Ratamess (2004) destacam que o treinamento resistido, também conhecido como treinamento de força, é amplamente utilizado em programas voltados à promoção da saúde, prevenção de doenças e desempenho esportivo. Essa prática consiste na realização de movimentos musculares contra uma resistência externa — como pesos livres, aparelhos ou faixas elásticas — com a finalidade de desenvolver capacidades físicas como força, resistência localizada, hipertrofia e potência.

Sua versatilidade permite a aplicação tanto em indivíduos saudáveis quanto em pessoas com necessidades específicas, como idosos, atletas ou pacientes em reabilitação. Wilmore e Costill (2004) ressaltam que o treinamento resistido pode ser

adaptado a diferentes populações, ajustando a intensidade, o volume e a frequência de acordo com os objetivos de cada indivíduo.

A base do treinamento resistido está nos princípios científicos do exercício físico. De acordo com Kraemer e Ratamess (2004), um dos principais princípios é o da sobrecarga progressiva, que implica na necessidade de aumento gradual das demandas físicas para que ocorram adaptações fisiológicas. Além disso, os autores destacam os princípios da especificidade, individualidade e variação, que garantem um programa eficaz e seguro a longo prazo, respeitando as características e objetivos de cada praticante.

Kraemer e Ratamess (2004) afirmam que o princípio da especificidade determina que os exercícios devem ser direcionados ao objetivo do praticante, como o aumento de força ou resistência. A individualidade reconhece que cada pessoa responde de forma distinta ao treinamento. Já a variação, ou periodização, tem a função de evitar platôs no desempenho e reduzir o risco de lesões decorrentes de treinos repetitivos, permitindo a adaptação contínua (Kraemer; Ratamess, 2004).

A prescrição do treinamento resistido envolve a manipulação de variáveis como: tipo de exercício, número de séries e repetições, carga, velocidade de execução, intervalos de descanso e frequência semanal. De acordo com Kraemer e Ratamess (2004, p. 674), "a combinação dessas variáveis deve refletir o objetivo desejado, como ganho de força, hipertrofia ou resistência muscular".

Para o aumento da força máxima, Kraemer e Ratamess (2004) sugerem repetições entre 1 e 6 com cargas elevadas. Para hipertrofia, recomendam entre 6 e 12 repetições com cargas moderadas. Já para a resistência muscular localizada, o ideal é utilizar cargas leves e repetições superiores a 12 (Kraemer; Ratamess, 2004).

A progressão no treinamento é feita por meio da periodização, que organiza os estímulos em ciclos com fases de maior ou menor intensidade e volume, favorecendo a recuperação e a maximização dos resultados (Kraemer; Ratamess, 2004).

O treinamento resistido apresenta benefícios fisiológicos, funcionais e metabólicos. Entre os principais objetivos estão o aumento da força, da massa muscular e da densidade óssea. Kraemer e Ratamess (2004, p. 678) afirmam que "o treinamento resistido sistemático melhora significativamente as funções neuromusculares e metabólicas, especialmente em populações envelhecidas".

Além disso, o treinamento contribui para a prevenção de doenças crônicas, melhora o perfil lipídico, aumenta a sensibilidade à insulina e favorece a autonomia

funcional em idosos. O fortalecimento dos músculos também auxilia na estabilização das articulações, reduzindo o risco de quedas e lesões (Kraemer & Ratamess, 2004).

A aplicabilidade do treinamento resistido é ampla. Em adultos jovens e saudáveis, pode ser estruturado com exercícios multiarticulares, 2 a 3 vezes por semana, promovendo ganhos significativos em força e composição corporal. Já em idosos, os exercícios devem ser adaptados, com foco na funcionalidade e na segurança, evitando cargas excessivas e priorizando a execução correta dos movimentos (Kraemer; Ratamess, 2004).

A presença de um profissional qualificado é essencial para monitorar a progressão das cargas, prevenir lesões e garantir que os objetivos sejam atingidos com eficiência (Kraemer; Ratamess, 2004).

6.3 ADAPTAÇÕES INFLAMATÓRIAS E NEUROMUSCULARES AO TREINAMENTO RESISTIDO COM DIFERENTE DURAÇÃO DA AÇÃO MUSCULAR

O treinamento resistido é amplamente reconhecido como uma das estratégias mais eficazes para promover o aumento da força, hipertrofia muscular e a melhoria da saúde metabólica. Recentemente, estudos têm investigado não apenas os efeitos do volume e da intensidade, mas também a influência da duração da ação muscular sobre os processos adaptativos, incluindo respostas inflamatórias e oxidativas.

Um exemplo notável é o estudo conduzido por Crisp et al. (2022), que verificaram os efeitos de dois protocolos de treinamento resistido com diferentes tempos de ação muscular — um com fase concêntrica longa (5 segundos concêntrica e 1 segundo excêntrica – 5C:1E), e outro com fase excêntrica longa (1C:5E) — em mulheres não treinadas durante um período de 10 semanas. Ambos os grupos realizaram sessões três vezes por semana, com progressão de carga (50% do 1RM inicial até próximo de 80% nas últimas semanas), 3 a 5 séries de 6 repetições, e intervalo de 180 segundos entre as séries. As avaliações incluíram medidas de força máxima, hipertrofia do quadríceps, e biomarcadores inflamatórios e oxidativos, como SOD, CAT, TBARS, FRAP, CXCL8 e CCL2 (Superóxido Dismutase; Catalase; Ferric Reducing Antioxidant Power; Interleucina 8, IL-8; Monocyte Chemoattractant Protein-1, MCP-1).

Os resultados demonstraram que ambos os protocolos produziram ganhos similares de força e hipertrofia muscular, reforçando a ideia de que diferentes

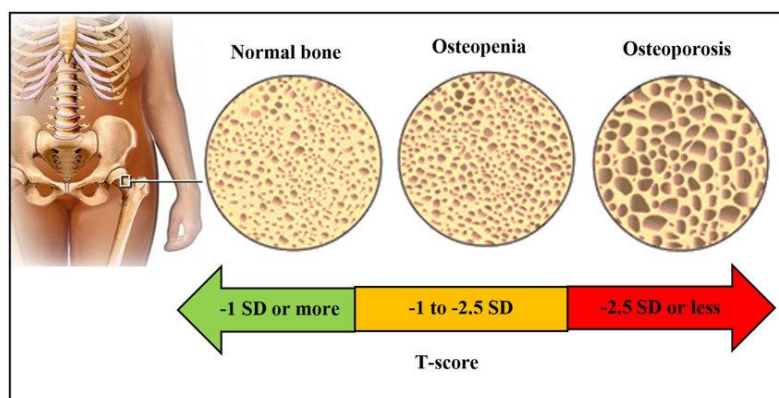
combinações de tempo sob tensão podem ser igualmente eficazes quando o volume total de trabalho é igualado. Em relação aos marcadores bioquímicos, houve melhoras nos níveis de SOD e redução significativa de CXCL8 no grupo com maior tempo na fase concêntrica (5C:1E), sugerindo uma possível vantagem anti-inflamatória nesse formato. No entanto, os demais marcadores não mostraram diferenças estatísticas significativas entre os grupos, apontando para uma adaptação inflamatória geral positiva ao treinamento, independente da manipulação da cadência.

O estudo conduzido por Crisp et al. (2022)] contribui para o entendimento de que o tempo sob tensão pode ser manipulado de forma estratégica, sem comprometer os principais objetivos fisiológicos do treinamento resistido. Ele também reforça a importância de considerar as respostas oxidativas e inflamatórias no processo adaptativo, especialmente em populações iniciantes ou com baixa aptidão física, como no caso de mulheres não treinadas. As descobertas têm implicações diretas para a prescrição segura e eficiente do exercício, permitindo maior flexibilidade na organização do treino, de acordo com as necessidades e preferências do praticante.

6.4 OSTEOPENIA

A osteopenia é caracterizada por uma densidade mineral óssea (DMO) inferior aos valores de referência considerados normais, mas sem atingir o limiar diagnóstico de osteoporose. Segundo Varacallo et al. (2023), a osteopenia é definida por um T-score entre $-1,0$ e $-2,5$, obtido por meio da densitometria óssea através da técnica de DXA (“dual energy X-ray absorptiometry”). Valores abaixo de $-2,5$ indicam osteoporose, conforme as diretrizes da OMS (2021). Essa diferenciação é puramente quantitativa e não qualitativa, ou seja, refere-se ao conteúdo mineral ósseo, e não à estrutura óssea (Heaney et al., 2015) (Fig. 1).

Figura 1 – comparação entre osso normal, osteopenia e osteoporose



Fonte: Sample images from the database from top to bottom: (a) normal X-ray, (b) Osteopenia X-ray, (c) Osteoporosis X-ray (2022)

O pico de massa óssea é alcançado por volta da terceira década de vida, momento após o qual ocorre redução gradual. Inicialmente, essa redução é fisiológica (<1% ao ano), mas com o envelhecimento ou causas secundárias, pode se tornar potencialmente patológica (Rosen et al., 2019). A osteopenia resulta de um desequilíbrio no remodelamento ósseo, com predominância da reabsorção osteoclástica sobre a formação osteoblástica (Cummings; Melton, 2002). A reabsorção óssea excessiva ocorre devido à ativação dos osteoclastos, enquanto a formação óssea é comprometida pela baixa atividade dos osteoblastos (Riggs; Melton, 2002).

As causas da osteopenia podem ser:

- Primárias, relacionadas ao envelhecimento e redução natural da massa óssea (Heaney et al., 2015);
- Secundárias, como o uso crônico de esteroides, hipogonadismo, doenças endócrinas (hiperparatireoidismo, hiperprodução de cortisol), desnutrição (deficiência de cálcio e vitamina D) e hábitos de vida (sedentarismo, tabagismo, baixo IMC) (Rosen et al., 2019; Cummings; Melton, 2002).

Nos Estados Unidos, aproximadamente 34 milhões de pessoas apresentam osteopenia, com maior prevalência entre mulheres pós-menopáusicas (54%) (Varacallo et al., 2023). Projeta-se aumento significativo dessa condição com o envelhecimento populacional (OMS, 2021).

O diagnóstico é realizado com densitometria óssea por DXA, que fornece o T-score, comparando a densidade óssea do indivíduo com a de adultos jovens do mesmo sexo.

Esse exame é essencial para distinguir osteopenia de osteoporose e para a estratificação de risco de fraturas (Riggs; Melton, 2002).

6.5 OSTEOPOROSE

A osteoporose é uma condição caracterizada pela diminuição da massa óssea e pela deterioração da microarquitetura do tecido ósseo, resultando em fragilidade esquelética e aumento do risco de fraturas (Porter; Varacallo, 2023). Trata-se de uma doença metabólica de elevada prevalência, especialmente em mulheres pós-menopáusicas e idosos, sendo considerada uma preocupação crescente de saúde pública em virtude do envelhecimento populacional global (Keen et al., 2025).

A composição do tecido ósseo normal envolve um equilíbrio dinâmico entre os processos de reabsorção e formação óssea, regulados pela atividade coordenada de osteoblastos e osteoclastos. Na osteoporose, esse equilíbrio é rompido, geralmente com predominância da reabsorção óssea, o que compromete tanto a densidade mineral quanto a microarquitetura do osso, reduzindo sua resistência (Castellani et al., 2025). A perda óssea relacionada à idade afeta predominantemente o osso trabecular, sendo mais acentuada nas vértebras e no fêmur proximal (Keen et al., 2025).

O pico de massa óssea é atingido durante a juventude e alcança um nível máximo entre o final da segunda e o início da terceira década de vida, após o qual inicia-se um declínio progressivo (Hereford et al., 2024). Em mulheres, a queda abrupta nos níveis de estrogênio após a menopausa acelera esse processo, tornando-as mais suscetíveis à osteoporose do que os homens; em homens, a perda óssea também ocorre com o envelhecimento, mas de forma mais gradual (Zhang et al., 2024).

Os fatores de risco para osteoporose incluem sedentarismo, baixo peso corporal, tabagismo, consumo excessivo de álcool, dieta pobre em cálcio e vitamina D, uso prolongado de corticosteroides, além de condições clínicas como hiperparatireoidismo, hipogonadismo e outras doenças crônicas (Porter; Varacallo, 2023; Keen et al., 2025; Castellani et al., 2025).

A osteoporose pode ser classificada como primária (incluindo tipo I pós-menopausal e tipo II senil) ou secundária, quando associada a doenças ou ao uso de determinados medicamentos (Castellani et al., 2025). A forma clínica mais preocupante da doença se manifesta por fraturas por fragilidade, especialmente nas

vértebras, quadril e punho. Fraturas vertebrais podem ocorrer de forma assintomática ou se manifestar como dor lombar aguda e perda de estatura (Keen et al., 2025).

Do ponto de vista diagnóstico, a avaliação da densidade mineral óssea (DMO) por densitometria óssea (DXA) é o padrão-ouro. A definição amplamente utilizada considera osteoporose um T-score $\leq -2,5$ desvio-padrão em relação à média de adultos jovens saudáveis (DXA), o que ajuda a estratificar o risco de fraturas (Porter; Varacallo, 2023; Keen et al., 2025).

6.6 EXERCÍCIO RESISTIDO APLICADOS À FORMAÇÃO E MANUTENÇÃO DA MASSA ÓSSEA

Vico et al. (2008) destacam que o exercício resistido promove adaptações fisiológicas e moleculares diretamente relacionadas à formação e manutenção da massa óssea. Os estímulos mecânicos gerados por esse tipo de prática física desencadeiam uma resposta celular óssea mediada principalmente por osteoblastos, células responsáveis pela síntese da matriz extracelular óssea. A sobrecarga aplicada sobre os ossos ativa receptores sensíveis à tensão, promovendo a liberação de sinais que regulam a proliferação celular e a deposição de minerais na matriz óssea. A integridade estrutural do osso depende da renovação constante dos seus componentes, processo que é amplificado pela tração muscular oriunda da prática regular do exercício resistido. Freire (2018) destaca que a contração muscular de resistência é capaz de fornecer estímulos suficientes para ativar o processo de osteogênese, especialmente em populações com redução da atividade osteoblástica, como idosos.

Durante a realização de exercícios com resistência, ocorre uma intensa atividade neuromuscular que interfere positivamente na densidade mineral óssea. Os ossos submetidos à carga respondem com aumento na deposição de cálcio e fortalecimento da matriz orgânica, fenômenos mediados por mecanismos moleculares relacionados à sinalização intracelular. Fraga (2025) observa que essa prática favorece a ativação da via Wnt/ β -catenina, responsável pela diferenciação de células precursoras em osteoblastos maduros, o que favorece a manutenção da massa óssea. Essa modulação de vias de sinalização ocorre de forma localizada, dependendo da intensidade e da frequência dos estímulos mecânicos, demonstrando

que o exercício resistido deve ser prescrito com precisão para atingir resultados consistentes no tecido ósseo.

A prática sistemática do exercício resistido também influencia o equilíbrio entre formação e reabsorção óssea. Em condições fisiológicas normais, o osso passa por um processo constante de remodelação, em que osteoblastos e osteoclastos atuam de forma coordenada. Coelho et al., (2018) analisaram mulheres na pós-menopausa e observaram que a aplicação regular de exercícios com sobrecarga favorece o predomínio da atividade osteoblástica sobre a osteoclástica, resultado de alterações hormonais e mecânicas que modulam a expressão gênica e a atividade das células do osso. A resistência progressiva favorece esse processo ao fornecer estímulos de intensidade suficiente para interromper ou retardar a perda óssea típica de condições como a osteopenia e a osteoporose.

No contexto do envelhecimento, as alterações fisiológicas comprometem a integridade do sistema musculoesquelético, e o exercício resistido surge como uma intervenção capaz de mitigar os efeitos da involução óssea. Ferraz e Batista (2021) explicam que a sobrecarga promove não apenas a preservação da densidade mineral, mas também uma reorganização da microarquitetura óssea, o que contribui para o aumento da resistência à fratura. A resposta adaptativa do osso à carga mecânica inclui modificações na estrutura trabecular e cortical, além da regulação de fatores de crescimento e hormônios que atuam na homeostase mineral. Essas alterações demonstram que o exercício resistido atua como um agente remodelador, cuja eficiência depende da constância e progressão dos estímulos aplicados.

A relação entre força muscular e manutenção da massa óssea também é destacada por autores que analisam a sarcopenia como fator de risco para fraturas. Ferraz et al., (2024) afirmam que o enfraquecimento muscular compromete a tração aplicada aos ossos, o que reduz os estímulos para a formação óssea. Nesse sentido, o exercício resistido contribui para reverter esse quadro ao aumentar a massa muscular e a força, resultando em maior sobrecarga óssea durante os movimentos. Esse aumento da tração sobre o tecido ósseo ativa receptores mecânicos, que iniciam a cascata de sinalização envolvida na deposição mineral. Dessa forma, a preservação da força muscular está diretamente ligada à integridade óssea, e o treinamento resistido funciona como mediador dessa interação.

As adaptações endócrinas induzidas pelo exercício resistido também exercem influência nos mecanismos que regulam a formação óssea. O aumento da liberação

de hormônios anabólicos, como o hormônio do crescimento e o IGF-1 (proteína essencial para o crescimento e desenvolvimento), promove a diferenciação osteoblástica e inibe a apoptose celular, favorecendo o acúmulo de matriz óssea. Araújo et al., (2017) destacam que além dos efeitos psicológicos positivos, a prática regular de exercícios resistidos está associada a uma modulação hormonal que impacta diretamente os tecidos musculoesqueléticos. A melhora do perfil endócrino observada em mulheres de meia-idade sugere que o exercício resistido pode ser utilizado como estratégia não farmacológica na prevenção das doenças ósseas degenerativas, sobretudo quando acompanhado de orientação profissional adequada.

O exercício resistido também influencia a distribuição de cargas corporais e a postura, o que interfere na forma como os ossos são solicitados durante as atividades diárias. A ativação controlada de grupos musculares específicos melhora o alinhamento biomecânico e aumenta a eficiência dos movimentos, resultando em maior distribuição de cargas sobre os ossos de maneira funcional. Ferraz e Batista (2021) ressaltam que esse tipo de adaptação postural e funcional diminui o risco de quedas e contribui para a manutenção da saúde óssea. Essa interação entre postura, tração muscular e carga osteogênica demonstra que os fundamentos fisiológicos do exercício resistido não se limitam aos efeitos celulares, mas abrangem também aspectos funcionais do sistema musculoesquelético.

A análise da resposta óssea à resistência em condições específicas, como a presença de comorbidades ou alterações hormonais, revela que o exercício resistido apresenta versatilidade na sua aplicação. Coelho et al., (2018) observaram que mulheres com síndrome metabólica responderam positivamente ao treinamento resistido, com aumento significativo na densidade mineral óssea, mesmo diante de alterações metabólicas desfavoráveis. Esses achados indicam que, além dos fatores mecânicos, há influência da prática sobre o metabolismo sistêmico, o que contribui para a estabilização do balanço entre formação e reabsorção óssea. Tais efeitos são importantes, sobretudo em populações com risco aumentado de perda óssea e que apresentam resposta limitada a intervenções medicamentosas isoladas.

Fraga (2025) destaca que o efeito do exercício resistido sobre o tecido ósseo depende da periodização adequada dos treinos, com controle de variáveis como volume, intensidade, intervalo e tipo de exercício. A repetição constante de estímulos idênticos tende a gerar adaptações limitadas, enquanto a variação progressiva da sobrecarga resulta em estímulos mais eficazes para a formação óssea. A autora

argumenta que a prescrição de treinos precisa considerar essas variáveis de forma integrada, respeitando a individualidade biológica do praticante e as necessidades específicas da população-alvo. Esse planejamento deve ser sustentado por evidências fisiológicas que indiquem os padrões mais eficientes de estimulação osteogênica.

Ainda Freire (2018) reforça que os fundamentos fisiológicos e moleculares do exercício resistido devem ser considerados na construção de programas de intervenção voltados à saúde óssea. A autora destaca que a osteoporose e a osteopenia resultam de processos que envolvem a diminuição da atividade osteoblástica e o aumento da reabsorção óssea, ambos moduláveis por estímulos mecânicos apropriados. Assim, o conhecimento das vias moleculares envolvidas, aliado à compreensão da resposta fisiológica ao exercício, permite o desenvolvimento de estratégias baseadas em evidência científica. A articulação entre prática clínica e fundamentação teórica fortalece o papel do exercício resistido como recurso terapêutico e preventivo, com aplicação em diferentes contextos de risco ósseo.

6.7 EXERCÍCIO RESISTIDO NA PREVENÇÃO DA OSTEOPENIA E OSTEOPOROSE

A osteopenia e a osteoporose caracterizam-se pela redução progressiva da densidade mineral óssea, sendo condições prevalentes em idosos e mulheres na pós-menopausa. A perda de massa óssea aumenta o risco de fraturas e compromete a funcionalidade, exigindo abordagens que considerem medidas preventivas e terapêuticas não farmacológicas. Araújo e Gonçalves (2022) destacam a atividade física, em especial o exercício resistido, como estratégia eficaz na manutenção e na recuperação da densidade óssea, ao promover estímulos mecânicos que favorecem a formação e a mineralização do tecido. A prática regular de exercícios com sobrecarga provoca reações fisiológicas que modulam positivamente o metabolismo ósseo, justificando seu uso como intervenção para atenuar o avanço dessas condições.

O exercício resistido atua diretamente sobre a estrutura óssea por meio de mecanismos biomecânicos que estimulam a atividade dos osteoblastos e inibem a ação dos osteoclastos. Moraes (2021) explica que os idosos praticantes de musculação apresentam resposta adaptativa favorável, com ganhos em força

muscular e incremento na tração sobre os ossos, o que favorece a deposição de minerais. Esse tipo de estímulo contínuo resulta em aumento da densidade mineral óssea, fator decisivo na prevenção de fraturas. A musculação, por envolver resistência progressiva, representa um recurso relevante no contexto da senescência, sobretudo quando o objetivo é conservar a função musculoesquelética e mitigar a fragilidade óssea.

As ações combinadas entre força muscular, equilíbrio corporal e estrutura óssea também estão associadas à prevenção de quedas, evento com alta incidência entre pessoas com osteoporose. Andrade et al., (2016) analisam o papel da musculação na redução do risco de quedas, evidenciando que o fortalecimento dos membros inferiores e da região lombar contribui para maior estabilidade postural. A melhora na coordenação motora e no controle do centro de gravidade, fatores influenciados pela prática de exercícios resistidos, representa uma barreira adicional contra eventos traumáticos que podem agravar o quadro de perda óssea. A atividade física, portanto, se insere não apenas como fator de preservação da massa óssea, mas também como ferramenta de intervenção funcional.

Além dos efeitos diretos sobre a densidade mineral, a musculação exerce influência sobre aspectos funcionais e posturais do corpo humano. Bankoff (2019) argumenta que o equilíbrio corporal e a postura sofrem alterações com o envelhecimento, comprometendo a mecânica do movimento e a distribuição das cargas sobre o esqueleto. A prática de exercícios com resistência oferece oportunidade para restaurar padrões posturais e promover alinhamentos articulares que preservam a integridade dos ossos. Esse alinhamento adequado proporciona estímulos osteogênicos de forma mais eficiente, o que favorece a preservação da estrutura trabecular e cortical.

Outro aspecto relevante na análise dos efeitos do exercício resistido diz respeito à sua relação com a alimentação e suplementação nutricional, fatores que interferem diretamente na qualidade óssea. Souza et al., (2022) enfatizam a importância da ingestão adequada de nutrientes e da suplementação direcionada no tratamento da sarcopenia, condição frequentemente associada à osteoporose. O exercício resistido, quando associado a práticas alimentares balanceadas, proporciona condições metabólicas favoráveis à síntese de matriz óssea e ao funcionamento dos sistemas reguladores da homeostase mineral. Essa interação entre nutrição e estímulo físico amplia os efeitos benéficos da intervenção.

A prática da musculação na terceira idade também é associada a ganhos na mobilidade e na independência funcional, elementos que contribuem para a manutenção da saúde óssea. Leite et al., (2018) indicam que os idosos que praticam exercícios resistidos apresentam melhor desempenho em atividades cotidianas, como caminhar e levantar-se, o que reduz o tempo de imobilidade e o risco de desuso ósseo. O estímulo contínuo gerado por essas atividades promove reações fisiológicas responsáveis pela preservação da densidade mineral, reforçando a musculação como recurso de prevenção e tratamento das doenças osteometabólicas. A manutenção da mobilidade é fundamental para que os estímulos sejam constantes e suficientes para evitar a perda progressiva de tecido ósseo.

A relação entre deficiência nutricional e perda óssea também é observada em populações pediátricas sob tratamento farmacológico crônico. Martins et al., (2024) discutem os efeitos da suplementação de vitamina D em pacientes com síndrome nefrótica, enfatizando que a deficiência desse micronutriente pode ser agravada pelo uso prolongado de corticosteroides. Embora o foco do estudo seja diferente do público idoso, os dados indicam que fatores hormonais e nutricionais influenciam negativamente a densidade óssea, o que reforça a necessidade de abordagens complementares como o exercício resistido para minimizar os efeitos degenerativos do osso em diferentes faixas etárias. A análise reforça que a prática física deve ser associada a intervenções nutricionais adequadas.

A utilização da musculação como recurso de tratamento para osteopenia e osteoporose não se limita à sua função mecânica sobre os ossos. Moraes (2021) evidencia que o aumento de massa muscular resultante do exercício resistido melhora a distribuição de forças sobre o esqueleto, o que diminui o risco de microfraturas e promove maior eficiência na absorção de impactos. Essa redistribuição de cargas, mediada pela hipertrofia, permite que o tecido ósseo receba estímulos diferenciados e constantes, capazes de acionar mecanismos de remodelação e regeneração. Tais adaptações são relevantes em um contexto clínico de deterioração da estrutura óssea.

A frequência e intensidade do exercício resistido também impactam na sua eficácia como ferramenta de prevenção da perda óssea. Araújo e Gonçalves (2022) indicam que programas com cargas progressivas, realizados com frequência mínima semanal adequada, são mais efetivos na modulação da densidade mineral do que programas com estímulos intermitentes ou de baixa intensidade. A resposta osteogênica depende da magnitude do estímulo mecânico, o que exige planejamento

da carga, duração e intervalo entre as sessões. Assim, a prescrição do exercício deve ser fundamentada em parâmetros fisiológicos e respeitar as condições individuais dos praticantes, com foco na manutenção da saúde óssea.

6.8 O EXERCÍCIO RESISTIDO E DIFERENTES MÉTODOS DE EXERCÍCIO PARA A SAÚDE ÓSSEA

A análise comparativa entre o exercício resistido e outras modalidades físicas no contexto da saúde óssea envolve a observação dos estímulos fisiológicos promovidos por diferentes tipos de movimento e sua capacidade de induzir adaptações estruturais no tecido ósseo. Freire (2018) argumenta que o exercício resistido, por meio da aplicação de cargas externas, produz estímulos osteogênicos mais intensos e direcionados do que atividades como caminhadas ou alongamentos. Essa carga mecânica, ao ser absorvida pelos ossos, provoca microdeformações que desencadeiam resposta celular voltada à síntese de matriz óssea. Em contrapartida, atividades físicas sem sobrecarga controlada, embora promovam benefícios funcionais, apresentam menor efeito na formação mineral óssea.

Freitas e Ceni (2016) realizaram avaliação com praticantes de musculação e verificaram que a prática contínua dessa modalidade resultou em melhorias mensuráveis na composição corporal e indicadores indiretos de saúde óssea, como a massa magra e o índice de massa óssea. Em comparação com atividades aeróbicas praticadas pelos mesmos indivíduos, observou-se que os ganhos relacionados à densidade óssea foram superiores no grupo que realizava exercício resistido. Essa diferença se explica pela especificidade dos estímulos promovidos durante a musculação, que geram tensões ósseas controladas em regiões específicas do esqueleto, favorecendo a remodelação localizada. A musculação, portanto, apresenta vantagens biomecânicas que não são reproduzidas com igual intensidade por modalidades de menor impacto.

Carvalho e Rodrigues (2022) apontam que o exercício resistido, por também atuar sobre o sistema neuromuscular, promove maior estabilidade postural do que práticas como yoga e pilates, o que tem impacto indireto na proteção óssea por meio da prevenção de quedas. A força gerada durante o treino de resistência melhora a capacidade de sustentação corporal e a coordenação motora, fatores relevantes para evitar traumatismos que comprometem a estrutura óssea. Embora outras atividades

físicas promovam benefícios posturais e respiratórios, a musculação apresenta efeito mais direto na manutenção do equilíbrio dinâmico e na resposta rápida a perturbações no centro de gravidade. Essa resposta rápida está associada ao recrutamento de fibras musculares de contração rápida, pouco ativadas em atividades com menor intensidade.

Araújo et al., (2017) discutem os efeitos do exercício resistido em mulheres de meia-idade, ressaltando que além da melhora no quadro emocional, houve incremento significativo nos níveis de força muscular e estabilidade funcional, elementos diretamente relacionados à proteção contra a perda óssea. O impacto de modalidades aeróbicas sobre esses indicadores foi inferior, mesmo considerando a equivalência do tempo de prática semanal. Os autores indicam que a musculação estimula o eixo endócrino de forma mais significativa, favorecendo a liberação de hormônios anabólicos como o IGF-1, que atuam na regulação do metabolismo ósseo. A resposta hormonal promovida pela resistência progressiva não foi reproduzida com a mesma magnitude em outras práticas analisadas.

Corsi et al., (2022) avaliaram a saúde óssea de pacientes idosos submetidos à cirurgia bariátrica, grupo que apresenta risco elevado de perda mineral. A análise indicou que a combinação entre dieta adequada e musculação apresentou resultados superiores em relação à preservação óssea, quando comparada com protocolos que incluíam somente caminhadas ou atividades de baixo impacto. A musculação, nesse contexto, foi decisiva para gerar sobrecarga suficiente à manutenção da densidade óssea em regiões vulneráveis, como coluna lombar e quadril. A prática aeróbica, apesar de contribuir com a função cardiovascular, mostrou-se insuficiente para evitar a progressão da perda mineral nos pacientes observados.

Kotze et al., (2024), ao investigarem homens com doença celíaca recém-diagnosticados, observaram que a prática de musculação foi uma das variáveis associadas à manutenção dos níveis de densidade mineral óssea, mesmo em meio a um quadro clínico de má absorção intestinal. As atividades físicas de menor intensidade, ainda que presentes na rotina dos indivíduos, não produziram alterações expressivas nos marcadores ósseos. A musculação, ao promover estímulos localizados e repetitivos, demonstrou maior eficácia na ativação de mecanismos de remodelação óssea, mesmo sob condições metabólicas desfavoráveis. Isso indica que a especificidade do exercício resistido tem papel central na modulação da saúde óssea.

Ferraz e Batista (2021) destacam a musculação como modalidade capaz de atenuar os efeitos da sarcopenia, condição que reduz a capacidade de tração muscular sobre o osso e contribui para a diminuição da densidade mineral. Em suas análises, a musculação apresentou maior potencial de reversão da perda muscular do que caminhadas e outras formas de exercício com menor resistência. A relação direta entre a manutenção da força muscular e o estímulo ósseo justifica a superioridade do exercício resistido sobre práticas que não promovem carga suficiente para ativar receptores mecanossensíveis nos ossos. A prevenção da sarcopenia, portanto, se relaciona com a prevenção da perda óssea em um nível fisiológico integrado.

No contexto da avaliação funcional e biomecânica, a musculação também apresenta vantagens por permitir o controle preciso das variáveis de carga, volume e intensidade. Freire (2018) afirma que esse controle é essencial para garantir estímulos progressivos ao sistema musculoesquelético, condição que não é facilmente alcançada com atividades de caráter mais aeróbico. A variabilidade e a capacidade de manipulação dos parâmetros do treinamento resistido favorecem sua adaptação a diferentes condições clínicas e faixas etárias, o que amplia seu uso como estratégia de manutenção da integridade óssea. Modalidades como natação ou ciclismo, embora promovam benefícios cardiorrespiratórios, têm impacto osteogênico limitado devido à ausência de sobrecarga vertical.

A comparação entre modalidades físicas deve considerar também os efeitos sobre a composição corporal e a redistribuição de cargas sobre o esqueleto. Freitas e Ceni (2016) identificaram que a musculação promove maior ganho de massa magra e redução de massa gorda, o que interfere na biomecânica do movimento e na forma como os ossos absorvem impacto. Essa modificação na composição corporal reduz o risco de sobrecarga em articulações e ossos frágeis, enquanto favorece o estímulo ósseo em locais desejados. Outras práticas físicas analisadas, embora benéficas para o metabolismo geral, não apresentaram a mesma magnitude de alterações estruturais. A musculação, portanto, apresenta uma relação mais direta entre esforço aplicado e resposta adaptativa no osso.

6.9 RECOMENDAÇÕES DE FREQUÊNCIA, INTENSIDADE E VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO

As recomendações de frequência, intensidade e volume do treinamento resistido voltadas à preservação da densidade mineral óssea dependem de variáveis específicas relacionadas ao grupo populacional analisado. Freitas e Ceni (2016) avaliaram a prática de musculação em adultos e verificaram que sessões com frequência mínima de três vezes por semana, combinando estímulos com carga moderada e séries múltiplas, resultaram em ganhos relevantes na composição corporal, fator associado à saúde óssea. A regularidade do estímulo físico se mostrou determinante para a manutenção dos efeitos obtidos, com variações no volume semanal influenciando diretamente os níveis de massa magra e a resposta metabólica. A progressão controlada da carga, segundo os autores, é essencial para induzir a adaptação osteomuscular de forma segura e eficiente.

Freire (2018) concentrou sua análise em idosos com osteoporose e indicou que a musculação, com cargas variando entre 60% e 80% da carga máxima, aplicada em dois ou três dias por semana, promoveu impactos sobre a densidade mineral óssea em regiões como coluna lombar e fêmur. As repetições entre 8 e 12, associadas a um volume de duas a três séries por grupo muscular, foram suficientes para provocar adaptações osteogênicas. O autor também salienta que a frequência semanal inferior a duas sessões apresentou resposta limitada, demonstrando a importância da constância na aplicação dos estímulos mecânicos. Em populações idosas, a prescrição deve respeitar a integridade articular e considerar o histórico clínico individual.

Coelho et al., (2018) examinaram mulheres na pós-menopausa com síndrome metabólica e relataram que os melhores resultados em densidade mineral foram observados com a prática de musculação realizada três vezes por semana, em intensidade progressiva, iniciando em cargas moderadas e evoluindo conforme a capacidade funcional. A combinação de séries múltiplas, com intervalo adequado entre as sessões, permitiu a recuperação dos tecidos e favoreceu a resposta adaptativa. O tempo mínimo de intervenção para observar efeitos sobre a massa óssea foi de 12 semanas, o que indica a necessidade de manter a prática por períodos prolongados para alcançar respostas estruturais significativas. A intensidade, nesse

contexto, precisa ser ajustada de acordo com a resposta cardiovascular e metabólica do praticante.

Martins et al., (2024), ao analisarem a prevenção de perda óssea induzida por corticosteroides em pacientes pediátricos, mencionam que a prática de atividades físicas de resistência deve ser incorporada ao plano terapêutico sempre que possível. Embora o público-alvo do estudo seja diferente da população idosa, os autores destacam que intervenções físicas com sobrecarga, realizadas com regularidade, têm potencial de mitigar os efeitos adversos da perda mineral. Para esse grupo, as sessões devem ser ajustadas conforme o estágio de desenvolvimento e a tolerância individual, com volume e intensidade monitorados por equipe especializada. A recomendação de frequência, nesse caso, tende a ser menor, respeitando os limites fisiológicos da infância.

Araújo e Gonçalves (2022) abordam a prevenção da osteoporose em idosos e indicam que programas com frequência mínima de três sessões por semana, intensidade entre 60% e 70% da carga máxima, e volume entre duas e quatro séries de oito a dez repetições, promovem estímulos suficientes para manutenção da densidade óssea. A prática contínua é destacada como fator essencial, pois interrupções frequentes comprometem a consistência do estímulo mecânico necessário para a formação óssea. A adaptação gradual da carga também é recomendada, principalmente para indivíduos com histórico de fraturas ou limitação funcional. A abordagem progressiva minimiza o risco de lesões e favorece a adesão ao programa.

Souza et al., (2022) analisam a relação entre suplementação nutricional e preservação muscular, destacando que o exercício resistido deve ser prescrito em consonância com o aporte de nutrientes. Para adultos em processo de envelhecimento, a prática de musculação deve respeitar a combinação entre intensidade adequada e suporte nutricional, o que potencializa a síntese de colágeno e matriz mineral. Sessões entre duas e quatro vezes por semana, com intensidade crescente e supervisão técnica, apresentam melhores resultados quando associadas à ingestão proteica adequada. O volume de treino, nesse caso, varia conforme a tolerância muscular, sendo possível reduzir a carga total sem comprometer os efeitos quando o suporte nutricional é mantido.

Bankoff (2019), ao abordar o envelhecimento e o equilíbrio corporal, enfatiza que a prática de exercícios resistidos deve considerar o impacto postural e a

funcionalidade. O número de sessões recomendado para idosos com alterações posturais é de três vezes por semana, com foco em exercícios multiarticulares e sobrecarga moderada. A inclusão de movimentos que promovem ativação simultânea de grandes grupos musculares contribui para melhorar a estabilidade e distribuir melhor as cargas sobre os ossos. A intensidade, segundo a autora, pode iniciar com 50% da carga máxima e progredir de acordo com a adaptação postural e a capacidade funcional observada ao longo do programa.

Moraes (2021) revisou os efeitos da musculação em idosos e observou que a aplicação de cargas entre 65% e 85% da carga máxima, combinada a três sessões semanais e número variável de repetições entre 6 e 12, promoveu hipertrofia e aumento da tração muscular sobre os ossos, favorecendo a formação óssea. O volume semanal foi um fator decisivo nos resultados, sendo mais eficaz quando distribuído em treinos alternados, com descanso de 48 horas entre as sessões. A progressão controlada da sobrecarga e o ajuste periódico das cargas foram apontados como práticas essenciais para garantir a continuidade dos efeitos osteomusculares observados.

Carvalho e Rodrigues (2022) abordaram o impacto da musculação no equilíbrio corporal de idosos, relacionando as variáveis de treino à melhora da estabilidade. A prática em frequência de duas a três vezes por semana, associada a intensidade entre leve e moderada, resultou em maior controle postural, reduzindo o risco de quedas. A recomendação de volume inclui séries entre 10 e 15 repetições, com tempo de execução controlado, favorecendo a ativação muscular profunda. Os autores defendem que a intensidade deve ser aumentada conforme o progresso da coordenação e da força, respeitando as limitações individuais. O equilíbrio funcional atua de forma indireta na manutenção da massa óssea ao evitar episódios de impacto.

Corsi et al., (2022) avaliaram pacientes idosos submetidos à cirurgia bariátrica e observaram que, para essa população, o treinamento resistido deve ser prescrito com frequência de duas a três vezes por semana, utilizando intensidades mais baixas no início e progredindo conforme a reabilitação. O volume total deve ser reduzido inicialmente, com foco em séries únicas por grupo muscular, evitando sobrecarga excessiva. A progressão gradual das variáveis permite que a massa óssea seja preservada mesmo em contextos de perda acentuada de peso. A prática supervisionada, associada à recuperação adequada e ao monitoramento clínico, é

considerada indispensável para evitar efeitos adversos e promover a manutenção da densidade óssea.

No quadro 1, pode ser observado de maneira mais compreensiva um resumo sobre frequência, volume e intensidade do treinamento resistido.

Quadro 1: Conforme o quadro 1, pode ser observado de maneira mais compreensiva um resumo sobre frequência, volume e intensidade do treinamento resistido.

Autor(a)s	População	Frequência (dias/semana)	Intensidade	Volume (séries e repetições)	Objetivo Principal
Freitas e Ceni (2016)	Adultos	3 vezes	Moderada	Múltiplas séries	Ganho na composição corporal, saúde óssea
Freire (2018)	Idosos com osteoporose	2-3 vezes	60%-80% da carga máxima	8-12 repetições, 2-3 séries	Aumento da densidade óssea (coluna lombar, fêmur)
Coelho et al. (2018)	Mulheres pós-menopausa com síndrome metabólica	3 vezes	Progressiva (início moderada)	Múltiplas séries, 12 semanas	Aumento da densidade óssea
Martins et al. (2024)	Pediátricos com perda óssea induzida por corticosteroides	Ajustada conforme desenvolvimento	Ajustada conforme tolerância	Ajustado conforme estágio de desenvolvimento	Mitigação dos efeitos da perda óssea
Araújo e Gonçalves (2022)	Idosos	3 vezes	60%-70% da carga máxima	2-4 séries, 8-10 repetições	Prevenção de osteoporose
Souza et al. (2022)	Adultos envelhecendo	2-4 vezes	Crescente com suporte nutricional	Variável conforme tolerância muscular	Preservação muscular e óssea
Bankoff (2019)	Idosos com alterações posturais	3 vezes	Moderada (50% carga inicial)	3 séries multiarticulares	Melhora na estabilidade postural
Moraes (2021)	Idosos	3 vezes	65%-85% da carga máxima	6-12 repetições, 3 vezes semanais	Hipertrofia e formação óssea
Carvalho e Rodrigues (2022)	Idosos com alterações posturais	2-3 vezes	Leve a moderada	10-15 repetições	Controle postural, redução do risco de quedas
Corsi et al. (2022)	Idosos pós-cirurgia bariátrica	2-3 vezes	Baixa a progressiva	Séries únicas, progredindo para mais	Manutenção da densidade óssea pós-cirurgia

Fonte: Elaborado pelo autor.

7 DISCUSSÃO

A revisão de literatura mostrou que o exercício resistido, especialmente a musculação, é uma das estratégias mais eficazes para preservar a saúde óssea e prevenir doenças como osteopenia e osteoporose, sobretudo entre idosos e mulheres na pós-menopausa. A maior parte dos estudos analisados aponta que a aplicação de sobrecarga mecânica no exercício resistido estimula a remodelação óssea, contribuindo para o aumento da densidade mineral e para a manutenção da estrutura óssea ao longo do tempo.

De acordo com Freire (2018) e Fraga (2025), esse tipo de treino ativa os osteoblastos (células responsáveis pela formação do osso) e reduz a atividade dos osteoclastos, que promovem sua reabsorção, favorecendo assim o processo de osteogênese. Kraemer e Ratamess (2004) também reforçam que a progressão das cargas no treinamento resistido é essencial para promover adaptações ósseas significativas, aumentando a resistência e prevenindo a perda mineral relacionada ao envelhecimento.

Estudos que compararam diferentes modalidades de exercício mostraram que a musculação gera estímulos mais intensos sobre o tecido ósseo do que atividades como caminhada ou natação. Freitas e Ceni (2016) observaram ganhos mais expressivos de densidade mineral óssea em indivíduos que praticavam musculação regularmente. Em relação a públicos específicos, Coelho et al. (2018) verificaram que mulheres pós-menopausa apresentaram melhora significativa na densidade óssea mesmo diante de alterações hormonais. Moraes (2021) complementa que o ganho de força muscular decorrente do treino resistido também contribui para reduzir o risco de fraturas, já que os músculos fortalecidos geram tração e estímulos constantes sobre os ossos.

Outro ponto destacado nos estudos é a importância da periodização e da progressão das cargas. Freire (2018) ressalta que variar intensidade e volume ao longo do tempo é fundamental para manter os benefícios do treino e continuar estimulando o processo de remodelação óssea. A constância e o ajuste gradual da carga se mostraram determinantes para a manutenção da saúde óssea.

Mesmo com os resultados positivos, ainda existem limitações na literatura, especialmente quanto à padronização dos protocolos e à individualização dos treinos. Muitos estudos não diferenciam adequadamente o efeito de modalidades distintas de

treino resistido, como o uso de pesos livres, máquinas ou elásticos, nem analisam com precisão fatores como frequência semanal e intensidade, que são essenciais para a eficácia do método.

De forma geral, as evidências reforçam que o exercício resistido é uma ferramenta altamente eficiente para a preservação da saúde óssea, melhorando a densidade mineral, a força muscular e reduzindo o risco de fraturas. Autores como Freire (2018), Fraga (2025) e Kraemer e Ratamess (2004) concordam que o aumento gradual das cargas e a variação dos estímulos são fatores-chave para garantir bons resultados e estimular a renovação do tecido ósseo.

Ainda assim, há necessidade de estudos que aprofundem a discussão sobre a individualização dos treinos, principalmente em populações específicas como idosos e mulheres pós-menopausa. A criação de protocolos mais detalhados de intensidade, frequência e volume poderia otimizar ainda mais os resultados.

Outro aspecto relevante é a influência da composição corporal e da alimentação. Moraes (2021) destaca que a hipertrofia obtida com o treino resistido ajuda a redistribuir o peso corporal sobre os ossos, reduzindo a sobrecarga nas articulações e prevenindo lesões. Já Souza et al. (2022) indicam que a combinação do exercício com suplementação de cálcio e vitamina D tende a potencializar os efeitos sobre a densidade óssea, embora esse tema ainda precise ser mais explorado.

Por fim, a literatura indica que futuras pesquisas devem priorizar protocolos mais individualizados, adaptados à realidade de cada praticante e às condições clínicas específicas, como no caso de idosos com comorbidades. Também seria importante investigar com mais profundidade os efeitos da associação entre o exercício resistido e tratamentos médicos, como a terapia hormonal, buscando resultados ainda mais consistentes na prevenção e no tratamento de doenças ósseas.

8 CONCLUSÃO

O exercício resistido promove estímulos mecânicos que ativam a atividade osteoblástica e favorecem o remodelamento ósseo, resultando em maior deposição mineral e manutenção da densidade óssea. Esses efeitos são potencializados por respostas hormonais e metabólicas que equilibram os processos de formação e reabsorção óssea.

As evidências científicas confirmam que o treinamento de força é eficaz na prevenção e no tratamento da osteopenia e da osteoporose, contribuindo para o aumento da densidade mineral, melhora da força muscular e redução do risco de quedas e fraturas.

Em comparação a outras modalidades de atividade física, o exercício resistido demonstra superioridade no estímulo à formação óssea, devido à sobrecarga progressiva e direcionada, consolidando-se como uma estratégia fundamental para a promoção e preservação da saúde óssea ao longo da vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D. V. et al. Musculação para a terceira idade: um aliado na prevenção de quedas. Prof. Dr. Marcelo Callegari Zanetti, p. 299, 2016.

ARAÚJO, José Carlos; GONÇALVES, Sebastião Jorge. Papel da atividade física na prevenção da osteoporose na população idosa: revisão de literatura. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 8, n. 3, p. 966-970, 2022.

ARAÚJO, Karlisson César et al. Exercício resistido melhora a ansiedade e depressão de mulheres de meia-idade. *Journal of Physical Education (24482455)*, v. 28, n. 1, 2017.

BANKOFF, Antonia Dalla Pria. Equilíbrio corporal, postura corporal no processo de envelhecimento e medidas de prevenção através do exercício físico: uma revisão. *Revista Saúde e Meio Ambiente*, v. 9, n. 2, 2019.

BENJAMIN, M. et al. The enthesis organ concept: why entheses are important. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, v. 443, p. 270–280, 2006.

CARVALHO, Maria Regina; RODRIGUES, Ana Lays. Influência da musculação no equilíbrio corporal na terceira idade. *Revista Saúde e Educação*, v. 7, n. 1, p. 129-144, 2022.

COELHO, Larissa Camargo et al. Exercício resistido em mulheres com síndrome metabólica na pós-menopausa. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, v. 17, n. 2, p. 119-129, 2018.

CORSI, G. C. et al. Bone health assessment of elderly patients undergoing bariatric surgery. *Arquivos de Gastroenterologia*, v. 59, n. 4, p. 513–521, out. 2022.

CRISP, Adriano Henrique et al. Similar inflammatory adaptation in women following 10 weeks of two equalized resistance training with different muscle action duration. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, v. 2022, p. 1–8, 2022.

FERRAZ, Ana Carolina Lobato et al. Os benefícios dos exercícios resistidos para prevenção e tratamento da sarcopenia em idosos. *Revista Tópicos*, v. 2, n. 6, p. 1-16, 2024.

FERRAZ, Sâmarys Printes; BATISTA, Maiara Silvana Salgado. A relevância de programas de exercícios resistidos no tratamento e prevenção da sarcopenia em idosos: uma revisão integrativa. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 15, p. e328101523362-e328101523362, 2021.

FRAGA, Renata Deves. Os benefícios do treinamento resistido em idosos. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 8, n. 1, p. e76463-e76463, 2025.

FREIRE, Ingrid Almeida. Exercício resistido para idosos com osteoporose. *Anais da Jornada de Educação Física do Estado de Goiás* (ISSN 2675-2050), v. 1, n. 1, p. 288-292, 2018.

FREITAS, Raquel Rodrigues; CENI, Giovana Cristina. Avaliação de praticantes de musculação em uma academia de Santa Maria-RS. *RBNE – Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 10, n. 59, p. 485-496, 2016.

KOTZE, L. M. da S. et al. Skeletal health assessment in Brazilian men with celiac disease at diagnosis: how important is it? *Arquivos de Gastroenterologia*, v. 61, p. e24005, 2024.

KRAEMER, William J.; RATAMESS, Nicholas A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

LEITE, Rafael Boss et al. Benefícios da musculação para a terceira idade. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, v. 2, n. 1, 2018.

MARTINS, Juliana Ramos et al. Suplementação de vitamina D em pacientes pediátricos com síndrome nefrótica na prevenção da perda de massa óssea induzida pelo tratamento com corticosteroides: uma revisão sistemática. *Repositório Institucional do UNILUS*, v. 3, n. 1, 2024.

MORAES, Juliene Oliveira. Efeitos do exercício resistido em idosos praticantes de musculação: uma revisão sobre o aspecto da hipertrofia. São José dos Pinhais, p. 53, 2021.

RIGGS, B. L.; MELTON, L. J. Osteoporosis. *Western Journal of Medicine*, v. 144, n. 4, p. 491–500, 1986.

ROBLING, A. G. et al. Mechanical regulation of bone remodeling. *Bone*, v. 49, n. 1, p. 30–38, 2018.

SCHWARTZ, A. V. et al. Tendon-to-bone attachment: a dynamic interface with distinct cell populations and signaling pathways. *Frontiers in Physiology*, 2024.

SOUZA, Carmen Alvernaz et al. A importância da alimentação e da suplementação nutricional na prevenção e no tratamento da sarcopenia. *Jornal de Investigação Médica (JIM)*, v. 3, n. 1, p. 073-086, 2022.

VARACALLO, M. A.; SEAMAN, T. J.; JANDU, J. S.; PIZZUTILLO, P. Osteopenia. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025 Jan.

VARACALLO, M.; HUGHES, D.; WELSH, A. Osteopenia and osteoporosis: a brief overview. 2023.

HEANEY, R. P.; RECKER, R. R.; HUTTON, D. L.; BIERMAN, W. Bone mass and metabolic bone disease. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, v. 80, n. 4, p. 1174-1180, 2015. DOI: 10.1210/jcem.80.4.7531694.

CUMMINGS, S. R.; MELTON, L. J. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet*, v. 359, n. 9318, p. 1761-1767, 2002. DOI: 10.1016/S0140-6736(02)08657-9.

RIGGS, B. L.; MELTON, L. J. The worldwide problem of osteoporosis: Insights afforded by epidemiology. *Bone*, v. 24, n. 4, p. 33S-38S, 2002. DOI: 10.1016/S8756-3282(02)00689-4.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. Diagnóstico de osteopenia e osteoporose por densitometria óssea. Relatório de Avaliação de Densidade Mineral Óssea. Genebra: OMS, 2021.

PORTER, J. L.; VARACALLO, M. A. Osteoporosis. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; atualizado em: 4 ago. 2023.

KEEN, M. U.; BARNETT, M. J.; ANASTASOPOULOU, C. Osteoporosis in Females. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; atualizado em: 29 jun. 2025.

CASTELLANI, C. et al. Osteoporosis: Focus on Bone Remodeling and Disease. MDPI, 2025.

HEREFORD, T. et al. Understanding the importance of peak bone mass. *Journal of the Pediatric Orthopaedic Society of North America*, 2024. *ScienceDirect*.

ZHANG, Y. Y. et al. Insights and implications of sexual dimorphism in osteoporosis. *Nature Communications*, 2024. *nature.com*.

VICO, L. et al. Effects of mechanical loading on the bone remodeling process. *Osteoporosis International*, v. 19, n. 3, p. 358-368, 2008. DOI: 10.1007/s00198-007-0567-2.

WANI, Insha; ARORA, Sakshi. Osteoporosis diagnosis in knee X rays by transfer learning based on convolution neural network. 2022. Imagem: “Sample images from the database from top to bottom: (a) normal X ray, (b) Osteopenia X ray, (c) Osteoporosis X ray”.