

Strong Bones: Promoção da Saúde Óssea e a Qualidade de Vida em Mulheres Pós-menopáusicas.

André Chenu Schneider

Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança para obtenção do grau de Mestre em Exercício e Saúde.

Orientado por
António Miguel de Barros Monteiro
Tiago Manuel Cabral dos Santos Barbosa

Maio
2025

Strong Bones: Promoção da Saúde Óssea e a Qualidade de Vida em Mulheres Pós-menopáusicas.

André Chenu Schneider

Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança para a obtenção do grau de Mestre em Exercício e Saúde, ao abrigo do artigo 20º do Decreto-Lei 74/2006, de 24 de março.

Orientado por
António Miguel de Barros Monteiro
Tiago Manuel Cabral dos Santos Barbosa

Maio
2025

Ficha de catalogação

André, S. (2025). Strong Bones: Promoção da Saúde Óssea e a Qualidade de Vida em mulheres pós-menopáusicas. Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Bragança.

Bragança, Portugal, maio 2025.

Palavras-chave: Treino multicomponente; menopausa; densidade mineral óssea; aptidão funcional; qualidade de vida.

Agradecimentos

Gostaria de iniciar agradecendo, com todo o meu carinho e admiração, à minha esposa Cecília Luehring Ribeiro, por ter me incentivado a embarcar nesta aventura e por me encorajar a realizar este mestrado, que foi de enorme valia para meu crescimento profissional e pessoal. Seu apoio incondicional, sua força nos momentos de dificuldade e sua parceria em cada desafio enfrentado desde nossa chegada foram essenciais para que este sonho se tornasse realidade. Obrigado por nunca me deixar desistir.

Agradeço também aos meus pais, Adele Stival Schneider e Rafael Schneider, com quem conversei todos os dias e que, mesmo com a distância entre Brasil e Portugal, sempre me proporcionaram amor, suporte e incentivo. Nunca deixaram que me faltasse nada e foram fundamentais em cada etapa da minha vida. Estendo esse agradecimento aos meus avós, que sempre acreditaram nos meus sonhos, apoiaram meus pais na minha criação e contribuíram imensamente para que eu me tornasse quem sou.

Aos meus amigos que me incentivaram a seguir este caminho e me apoiaram na decisão de vir para Portugal realizar este mestrado, deixo meu sincero agradecimento.

Sou profundamente grato a todos os professores do mestrado, pelo ensino de excelência, dedicação e compromisso. Sem dúvida, contribuíram para que eu me tornasse um profissional mais qualificado e preparado.

De forma especial, agradeço ao professor José Eduardo Teixeira, por acreditar nos meus projetos desde o início, me orientar com dedicação e estar sempre presente com incentivo e apoio. Ao professor Tiago Barbosa, pela generosidade com que compartilhou seu vasto conhecimento, me ajudando a aprimorar habilidades e abrir portas no meio acadêmico. E, com grande ênfase, ao professor António Miguel Monteiro, com quem tive a honra de trabalhar neste e em outros projetos inspiradores. Sua liderança, ideias brilhantes e o convívio diário foram decisivos para meu crescimento profissional e pessoal.

Encerro este ciclo com gratidão e orgulho, com a certeza de que me dediquei integralmente desde o primeiro dia no Instituto Politécnico de Bragança. Muito obrigado a todos que fizeram parte desta jornada de conquistas e aprendizados.

Índice

Índice de Figuras	V
Índice de Tabelas	VI
Resumo	VIII
Abstract.....	X
Lista de abreviaturas	XII
1. Introdução.....	2
2. Revisão da Literatura.....	6
2.1. Menopausa e suas Implicações para a Saúde	6
2.2. Osteoporose	7
2.2.1. Classificação da Osteoporose	9
2.2.2. Fatores de Risco.....	9
2.2.3. Diagnóstico.....	9
2.2.4. Tratamento.....	10
2.3. Osteoporose e Menopausa.....	11
2.4. Impacto do Exercício Físico na Saúde Óssea.....	12
2.5. Aptidão Funcional e Treino MTC	12
2.6. QdV e Bem-Estar Psicológico.....	14
2.7. Benefícios do Treino MTC para Mulheres Pós-Menopáusicas.....	14
3. Materiais e métodos.....	17
3.1. Design do Estudo.....	17
3.3. Procedimentos	19
3.3.1. Programa de Treino MTC.....	19
3.3.2. Avaliações pré-teste e pós teste	20
3.3.2.1. Composição Óssea e Corporal.....	21
3.3.2.2. Avaliação da Aptidão Funcional (Teste de Rikli e Jones).....	21
3.3.2.4. Avaliação da QdV (WHOQOL-Bref).....	22
3.4 Análises Estatísticas	23
3.4.1. Análise Exploratória.....	24
3.4.2. Análise Descritiva.....	24
3.4.3. Análise Inferencial.....	24
4. Resultados.....	26
4.1. Composição Óssea e Corporal.....	27

4.2. Aptidão Funcional (Rikli e Jones)	33
4.3 Qualidade de Vida (WHOQOL-Bref)	36
5. Discussão	42
5.1. Composição Óssea e Corporal.....	42
5.2. Aptidão Funcional	44
5.3. Bem-estar e QdV	46
5.4. Treino MTC vs Modalidade Isolada de Treino	49
5.5. Aplicações	50
5.6. Limitações	52
5.7. Perspectivas futuras	52
6. Conclusão	54
7. Referências	56
8. Apêndices	69

Índice de Figuras

Figura 1. Resumo dos estágios da menopausa	6
Figura 2. Sintomas cardinais e consequências da menopausa.....	7
Figura 3. Diferença entre um osso saudável e um osso com osteoporose.....	8
Figura 4. Treino MTC.	20
Figura 5. Fluxograma CONSORT do processo de recrutamento, alocação, acompanhamento e análise das participantes do estudo.....	27
Figura 6. Resultados Composição Corporal e Densidade Mineral Óssea.	32
Figura 7. Resultados Aptidão Funcional	36
Figura 8. Resultados QdV.	41

Índice de Tabelas

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis no momento pré e pós-intervenção.	27
Tabela 2. Resultados das análises interferências composição óssea e corporal (ANOVA Mista).....	29
Tabela 3. Resultados das análises interferências composição óssea e corporal (ANOVA Brunner-Langer).	30
Tabela 4. Estatística descritiva das variáveis no momento pré e pós-intervenção.	33
Tabela 5. Resultados das análises interferências aptidão funcional (ANOVA Mista)...	34
Tabela 6. Resultados das análises interferências aptidão funcional (ANOVA Brunner-Langer).....	35
Tabela 7. Estatística descritiva das variáveis no momento pré e pós-intervenção.	37
Tabela 8. Resultados das análises interferências QdV (ANOVA Mista).....	38
Tabela 9. Resultados das análises interferências QdV (ANOVA Brunner-Langer).	39

Resumo

Introdução: A menopausa é um período marcado por alterações hormonais significativas que impactam a saúde óssea, funcionalidade e qualidade de vida de mulheres. A redução nos níveis de estrogênio acelera a perda de densidade mineral óssea (DMO) e aumenta o risco de sarcopenia e quedas, comprometendo a independência funcional. Nesse contexto, programas de treino multicomponente surgem como estratégias eficazes para mitigar esses efeitos adversos, combinando exercícios de força, aeróbicos, de equilíbrio e flexibilidade. Estudos anteriores indicam que essa abordagem integrada pode promover adaptações osteomusculares importantes, melhorar a capacidade funcional e elevar a percepção de qualidade de vida.

Objetivo: O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de um programa de treino multicomponente sobre a densidade mineral óssea, a aptidão funcional e a qualidade de vida de mulheres pós-menopáusicas, comparando os resultados com um grupo controle sem intervenção.

Métodos: Foi realizado um estudo experimental controlado com 40 mulheres pós-menopáusicas, divididas em dois grupos: um grupo de intervenção, submetido a um programa de treino multicomponente por 30 semanas, e um grupo controle, sem intervenção. A densidade mineral óssea foi avaliada por densitometria óssea (DXA), enquanto a qualidade de vida foi medida utilizando o questionário WHOQOL-Bref. A aptidão funcional foi avaliada por meio de testes específicos para força muscular, flexibilidade e equilíbrio. A análise estatística incluiu ANOVA Mista para verificar variações significativas entre os grupos.

Resultados: Os resultados revelaram interações significativas entre grupo e momento para as variáveis de força muscular (membros superiores e inferiores), flexibilidade, resistência aeróbica e domínios físico e psicológico da qualidade de vida ($p < 0,001$). A massa magra também apresentou interação significativa ($p = 0,043$), sugerindo efeitos específicos da intervenção sobre a composição corporal. Por outro lado, não foram observadas interações significativas para a densidade mineral óssea total, T-score e Z-score, indicando que os efeitos do treino foram mais evidentes na funcionalidade e qualidade de vida do que na estrutura óssea.

Conclusão: O treino multicomponente mostrou-se eficaz para melhorar a densidade mineral óssea, a aptidão funcional e a qualidade de vida de mulheres pós-menopáusicas. Esses achados sugerem que a implementação de programas multicomponentes em

ambientes clínicos e comunitários pode ser uma estratégia valiosa para mitigar os efeitos negativos da menopausa, promovendo um envelhecimento mais saudável e ativo.

Palavras-chave: Treino multicomponente; menopausa; densidade mineral óssea; aptidão funcional; qualidade de vida.

Abstract

Introduction: Menopause is a period characterized by significant hormonal changes that impact women's bone health, functional capacity, and quality of life. The reduction in estrogen levels accelerates bone mineral density (BMD) loss and increases the risk of sarcopenia and falls, compromising functional independence. In this context, multicomponent training programs emerge as practical strategies to mitigate these adverse effects, combining strength, aerobic, balance, and flexibility exercises. Previous studies suggest that this integrated approach can promote significant osteomuscular adaptations, improve functional capacity, and enhance perceived quality of life.

Objective: This study aimed to evaluate the effects of a multicomponent training program on bone mineral density, functional fitness, and quality of life in postmenopausal women, comparing the results with a control group without intervention.

Methods: A controlled experimental study was conducted with 40 postmenopausal women divided into two groups: an intervention group, which participated in a multicomponent training program for 30 weeks, and a control group without intervention. Bone mineral density was assessed by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), while quality of life was measured using the WHOQOL-Bref questionnaire. Functional fitness was evaluated through specific tests for muscle strength, flexibility, and balance. Statistical analysis included Mixed ANOVA to verify significant differences between groups.

Results: The results revealed significant group-by-time interactions for muscle strength (upper and lower limbs), flexibility, aerobic endurance, and the physical and psychological domains of quality of life ($p < 0.001$). Lean mass also showed a significant interaction ($p = 0.043$), suggesting specific effects of the intervention on body composition. On the other hand, no significant interactions were observed for total bone mineral density, T-score, or Z-score, indicating that the effects of the training were more evident in functional capacity and quality of life than in bone structure.

Conclusion: The multicomponent training effectively improved bone mineral density, functional fitness, and quality of life in postmenopausal women. These findings suggest that implementing multicomponent programs in clinical and community settings can be a valuable strategy to mitigate the adverse effects of menopause, promoting healthier and more active aging.

Key words: Multicomponent training; menopause; bone mineral density; functional fitness; quality of life.

Lista de abreviaturas

AVDs – Atividades de Vida Diária

CMO – Conteúdo Mineral Ósseo

DMO – Densidade Mineral Óssea

DXA – Densitometria óssea

GC – Grupo Controle

GE – Grupo Exercício

IMC – Índice de Massa Corporal

IOF – Fundação Internacional da Osteoporose

IPB – Instituto Politécnico de Bragança

MCT – Multicomponente

MG – Massa Gorda

MM – Massa Magra

MMII – Membros Inferiores

MMSS – Membros Superiores

OMS – Organização Mundial da Saúde

QdV – Qualidade de Vida

RANKL – *Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa-B Ligand*

RPE – Escala de Percepção Subjetiva de Esforço

SERMs – Moduladores Seletivos do Receptor de Estrogênio

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TH – Terapia Hormonal

1. Introdução

O envelhecimento é um processo biológico complexo que traz consigo uma série de mudanças fisiológicas, psicológicas e sociais (1,2). Para as mulheres, a menopausa representa um marco significativo nesse processo, marcando o fim da vida reprodutiva e sendo acompanhada por um declínio acentuado nos níveis de estrogênio (3). Essa transição hormonal, que ocorre geralmente entre os 45 e 55 anos de idade, está associada a uma série de consequências adversas, incluindo a perda acelerada de massa óssea, o aumento do risco de osteoporose, a redução da massa muscular e da força, e o comprometimento da aptidão funcional (3,4). Além disso, sintomas como afrontamentos, distúrbios do sono, alterações de humor e ganho de peso podem impactar significativamente a qualidade de vida (QdV) nessa fase (5,6). A osteoporose, em particular, é uma condição prevalente e preocupante, caracterizada pela diminuição da densidade mineral óssea (DMO) e pelo aumento da fragilidade óssea, o que eleva o risco de fraturas e pode comprometer a independência funcional (7,8). Diante desses desafios, estratégias eficazes para promover a saúde óssea, a funcionalidade e o bem-estar em mulheres pré e pós-menopáusicas tornam-se essenciais.

O exercício físico tem sido amplamente reconhecida como uma intervenção não farmacológica de grande relevância para atenuar os efeitos adversos da menopausa (9). Estudos demonstram que o exercício físico regular pode melhorar a densidade óssea, a força muscular, o equilíbrio e a capacidade funcional, além de contribuir para a redução do risco de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares e diabetes (10–12). No entanto, a eficácia do exercício depende do tipo, da intensidade e da combinação de modalidades (13,14). Enquanto o treino de força é eficaz para aumentar a massa muscular e a densidade óssea (15), o treino aeróbico melhora a capacidade cardiorrespiratória e a composição corporal (16). Além disso, exercícios de equilíbrio e flexibilidade são importantes para prevenir quedas e melhorar a mobilidade (17). Nesse contexto, o treino multicomponente (MCT), que combina diferentes modalidades de exercício em um único programa, surge como uma abordagem promissora para abordar as múltiplas necessidades dessa população (18,19).

O treino MCT é definido como uma intervenção que integra duas ou mais modalidades de exercício, como treino de força, aeróbico, equilíbrio e flexibilidade, em um único programa (20,21). Essa abordagem tem ganhado destaque na literatura por sua capacidade de proporcionar benefícios abrangentes, especialmente para populações com

necessidades complexas, como idosos e mulheres na pós menopausa (22,23). Estudos recentes têm demonstrado que o treino multicomponente pode melhorar a DMO, a força muscular, a capacidade funcional e QdV em mulheres pós-menopáusicas (19,24,25). Além disso, essa modalidade de treino pode ser particularmente eficaz para prevenir quedas, um problema comum em mulheres pós-menopáusicas devido à redução da densidade óssea e da função neuromuscular (26). A combinação de exercícios de força, equilíbrio e coordenação tem se mostrado eficaz para melhorar a estabilidade postural e reduzir o risco de quedas (27).

Lacuna de pesquisa

Apesar dos avanços na compreensão dos benefícios do exercício físico para mulheres na pós menopausa, ainda há lacunas na literatura quanto aos efeitos específicos do treino MCT nessa população. A maioria dos estudos tem focado em modalidades isoladas, como o treino de força ou o aeróbico. O treino de força tem demonstrado impacto positivo na massa muscular e na densidade mineral óssea. Uma meta-análise com 19 estudos envolvendo 919 indivíduos, com protocolos variando entre 24 e 48 semanas, concluiu que o treino de força com intensidade moderada e alta frequência (65%–80% de 1RM, 3 dias por semana) pode ser o protocolo mais eficaz para melhorar a DMO em mulheres na pós-menopausa (15). Por outro lado, o treino aeróbico tem sido associado à melhora da capacidade cardiorrespiratória, redução da gordura corporal e benefícios para a saúde óssea (28–30). No entanto, essas abordagens isoladas não atendem de forma integrada às múltiplas necessidades funcionais e ósseas dessa população.

Embora existam alguns estudos que utilizaram o treino com mulheres na pós-menopausa, o corpo de evidência ainda é escasso. Uma meta-análise publicada em 2022 incluiu apenas quatro estudos específicos sobre MTC nessa população (19), enquanto uma revisão sistemática mais ampla identificou oito estudos com foco semelhante (25). Os trabalhos incluídos nessas revisões apresentam limitações importantes, como tamanhos amostrais reduzidos, curta duração das intervenções e inclusão de mulheres com outras condições clínicas, o que compromete a generalização dos resultados. Além disso, a maioria desses estudos não avaliou simultaneamente desfechos como densidade mineral óssea, aptidão funcional e qualidade de vida. Diante desse panorama, evidencia-se a necessidade de investigações mais robustas e abrangentes sobre os efeitos do treino

MTC em mulheres pós-menopáusicas, visando apoiar a implementação de programas integrados e eficazes em contextos clínicos e comunitários.

Objetivos

Objetivo Geral e Específicos

Avaliar os efeitos de um programa de treino MTC sobre a DMO, na aptidão funcional e na QdV em mulheres pós-menopáusicas.

Como objetivos específicos, buscou-se: (1) Verificar os efeitos do programa de treino MTC na DMO das participantes; (2) Avaliar os efeitos do programa de treino MTC na aptidão funcional; (3) Analisar os efeitos do programa de treino MTC na QdV.

Hipótese Principal e Secundária

A hipótese primária deste estudo foi que o treino MTC promoverá melhorias significativas na qualidade óssea, na aptidão funcional e na QdV em mulheres pós-menopáusicas, em comparação com um grupo controle que não realizará o programa de exercícios.

Como hipóteses secundárias, esperou-se que: (1) o treino MTC resulte em um aumento da DMO e na redução dos marcadores de reabsorção óssea; (2) a aptidão funcional, incluindo força muscular, equilíbrio e capacidade cardiorrespiratória, apresente melhorias significativas após a intervenção; (3) a QdV, avaliada por meio de questionários validados, seja significativamente melhorada após o programa de treino.

Relevância/significância do estudo

A relevância deste estudo reside no fato de que a menopausa é um período crítico na vida das mulheres, associado a um aumento significativo no risco de morbidades e à redução da QdV. A identificação de estratégias eficazes para promover a saúde óssea, a funcionalidade e o bem-estar nessa população podem ter um impacto significativo na prevenção de doenças crônicas e na manutenção da independência funcional. Além disso, os resultados deste estudo podem contribuir para a elaboração de diretrizes mais específicas e eficazes para a prescrição de exercícios físicos para mulheres na pós menopausa, oferecendo uma abordagem integrada que atenda às múltiplas necessidades dessa população. Dessa forma, este estudo não apenas avança o conhecimento científico na área, mas também tem o potencial de impactar

positivamente a prática clínica e a QdV de mulheres em uma fase tão importante de suas vidas.

2. Revisão da Literatura

2.1. Menopausa e suas Implicações para a Saúde

A menopausa é um marco significativo na vida das mulheres, marcando o fim da fase reprodutiva (31). Este período é caracterizado por uma série de mudanças hormonais que podem ter diversas implicações para a saúde (32). A transição para a menopausa, conhecida como perimenopausa, é frequentemente acompanhada por alterações no fluxo e na frequência menstrual, culminando no período menstrual final, que é seguido por 12 meses sem menstruação para confirmar a menopausa (33). (Figura 1).

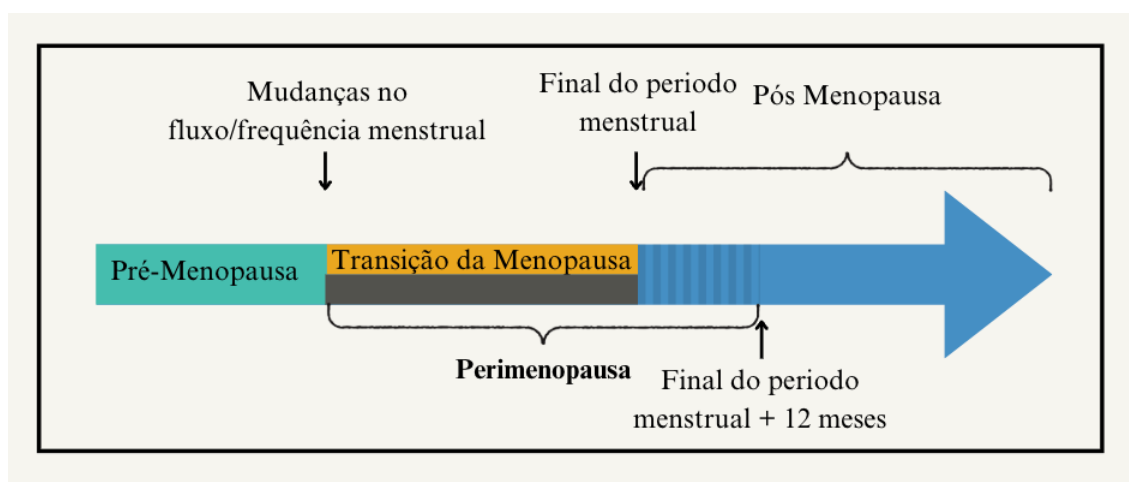


Figura 1. Resumo dos estágios da menopausa

As consequências a longo prazo da menopausa podem ser extensas e variadas. Sintomas comuns incluem afrontamentos (ou fogachos), suores noturnos e distúrbios do sono, que podem afetar significativamente a QdV (6). Além disso, a menopausa está associada a uma maior acumulação de gordura abdominal central, o que pode aumentar o risco de doenças cardiometabólicas, como diabetes e doenças cardiovasculares (34). (Figura 2).

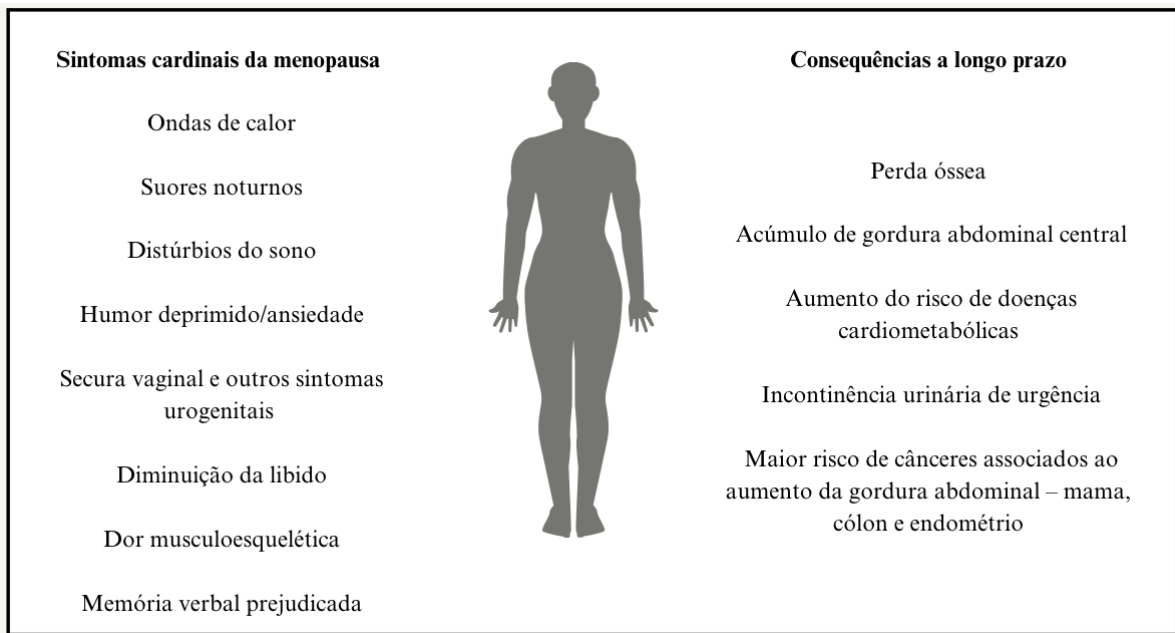


Figura 2. Sintomas cardinais e consequências da menopausa.

Outra preocupação importante é a perda óssea acelerada, que pode levar à osteoporose e a um maior risco de fraturas (35). A menopausa também pode afetar a saúde urogenital, causando sintomas como secura vaginal e incontinência urinária de urgência (36). Além disso, há um aumento do risco de certos tipos de câncer, como câncer de mama, cólon e endométrio, associado ao aumento da gordura abdominal (37).

A saúde mental também pode ser impactada, com muitas mulheres experimentando baixo humor e ansiedade durante este período (38). A diminuição da libido e a dor musculoesquelética são outras queixas comuns (39,40). Além disso, há evidências de que a menopausa pode afetar a memória verbal, embora os mecanismos exatos por trás disso ainda estejam sendo investigados (41).

2.2. Osteoporose

O osso é um tecido conjuntivo mineralizado altamente dinâmico, composto por uma matriz orgânica (principalmente colágeno tipo I) e uma matriz inorgânica (essencialmente cristais de hidroxapatita), que conferem resistência e elasticidade à estrutura óssea (42). A arquitetura óssea divide-se em dois tipos principais: o osso cortical (compacto), mais denso e responsável pela resistência mecânica, e o osso trabecular (esponjoso), que possui uma estrutura porosa e participa ativamente do metabolismo mineral (43).

O equilíbrio entre a formação e a reabsorção óssea é regulado principalmente por dois tipos celulares: os osteoblastos, responsáveis pela formação da matriz óssea, e os osteoclastos, responsáveis pela reabsorção dessa matriz (44). Este processo contínuo de remodelação óssea é essencial para a manutenção da densidade mineral óssea (DMO) e para a integridade estrutural do esqueleto (45). Quando esse equilíbrio é rompido — por exemplo, pela redução dos níveis de estrogênio na pós menopausa (46) — a atividade osteoclástica supera a osteoblástica, resultando em perda óssea progressiva (47).

A osteoporose é uma doença de elevada prevalência, afetando cerca de 200 milhões de mulheres em todo o mundo (48). Em Portugal, estudos recentes estimam que cerca de 500 mil pessoas sofram de osteoporose, afetando principalmente mulheres em idade pós menopausa (49). Trata-se de uma doença esquelética caracterizada pela diminuição da DMO e pela deterioração da microarquitetura óssea (Figura 3), resultando em aumento da fragilidade e risco de fraturas (50–52). Trata-se de uma condição silenciosa e progressiva, frequentemente diagnosticada apenas após a ocorrência de fraturas, sendo considerada um problema de saúde pública devido ao seu impacto na QdV e à elevada mortalidade associada às fraturas osteoporóticas.

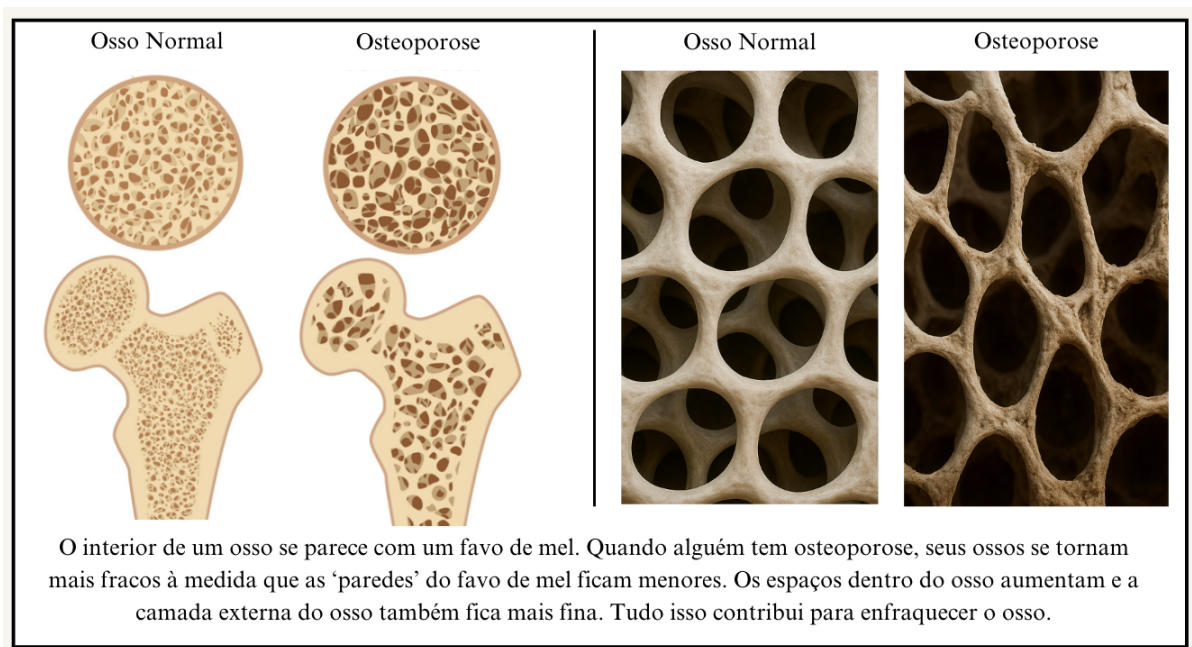


Figura 3. Diferença entre um osso saudável e um osso com osteoporose.

2.2.1. Classificação da Osteoporose

A osteoporose pode ser classificada em primária e secundária (53). A forma primária inclui dois subtipos principais:

- Osteoporose tipo I (pós-menopáusicas): ocorre em mulheres logo após a menopausa, devido à queda abrupta dos níveis de estrogênio (54). Afeta predominantemente o osso trabecular e está associada a fraturas vertebrais e do rádio distal (54).

- Osteoporose tipo II (senil): ocorre em homens e mulheres com mais de 75 anos, sendo relacionada ao envelhecimento e afetando tanto o osso trabecular quanto o cortical (55). Fraturas de quadril e pelve são mais frequentes nesse tipo (54).

A osteoporose secundária é decorrente de doenças, condições clínicas ou uso prolongado de medicamentos que afetam o metabolismo ósseo. Entre os fatores que podem contribuir para essa forma da doença estão artrite reumatoide, hiperparatireoidismo, uso prolongado de corticoides, tabagismo, consumo excessivo de álcool e sedentarismo (51,53).

2.2.2. Fatores de Risco

Os fatores de risco para osteoporose podem ser classificados em modificáveis e não modificáveis de acordo com a Fundação Internacional da Osteoporose (IOF) (56). Entre os não modificáveis estão idade avançada, sexo feminino, histórico familiar de osteoporose, etnia caucasiana ou asiática e histórico prévio de fraturas. Já os modificáveis incluem tabagismo, consumo excessivo de álcool, baixa ingestão de cálcio e vitamina D, sedentarismo, baixa exposição solar e uso prolongado de corticoides (56). O reconhecimento desses fatores é essencial para orientar estratégias de prevenção e diagnóstico precoce.

2.2.3. Diagnóstico

A densitometria por dupla emissão de raios-X (DXA) é o método padrão-ouro para avaliar a densidade mineral óssea (DMO) (57). Trata-se de um exame não invasivo, rápido e com baixa exposição à radiação, que permite estimar o risco de fraturas e monitorar a eficácia do tratamento (58). A medição da DMO na região do quadril é considerada a mais confiável para prever o risco de fraturas, enquanto a

avaliação da coluna lombar é especialmente útil para monitorar a resposta terapêutica (59).

Os resultados da DXA são apresentados pelos índices T-score e Z-score. O T-score compara a DMO do indivíduo com a média de adultos jovens saudáveis do mesmo sexo e é usado como critério diagnóstico pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (60,61). Valores acima de -1,0 são considerados normais; entre -1,0 e -2,5 indicam osteopenia; e iguais ou inferiores a -2,5 confirmam o diagnóstico de osteoporose. Já o Z-score compara a DMO do paciente com a média de pessoas da mesma idade, sexo e etnia, sendo especialmente útil na investigação de causas secundárias de perda óssea (62).

Além da DXA, exames laboratoriais podem auxiliar na identificação de fatores secundários, como alterações nos níveis de cálcio, fósforo, vitamina D e hormônios relacionados ao metabolismo ósseo (63).

Radiografias podem detectar fraturas vertebrais assintomáticas, e marcadores bioquímicos de remodelação óssea auxiliam no monitoramento da atividade osteoclástica e osteoblástica (64,65).

2.2.4. Tratamento

O tratamento da osteoporose envolve abordagens farmacológicas e não farmacológicas (66). Entre os medicamentos utilizados, destacam-se:

- Bisfosfonatos (alendronato, risedronato, ácido zoledrônico): reduzem a reabsorção óssea (66);
- Moduladores seletivos do receptor de estrogênio (SERMs), como o raloxifeno, que imitam o efeito do estrogênio nos ossos (66);
- Denosumabe, um anticorpo monoclonal que inibe a ação do *Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa-B Ligand* (RANKL), reduzindo a atividade osteoclástica (66);
- Teriparatida, um análogo do hormônio da paratireoide que estimula a formação óssea (66).

A suplementação de cálcio e vitamina D também é essencial para a manutenção da saúde óssea, especialmente em mulheres pós-menopáusicas (67–70). O cálcio constitui o principal mineral estrutural do osso, enquanto a vitamina D favorece sua absorção intestinal e contribui para o equilíbrio entre ossos e sangue (68).

A vitamina D, por sua vez, desempenha um papel fundamental na absorção intestinal do cálcio (69). Na sua forma ativa (calcitriol), ela aumenta a expressão de

proteínas transportadoras de cálcio no intestino delgado, promovendo maior absorção do mineral proveniente da dieta (69). Além disso, a vitamina D atua diretamente sobre os osteoblastos, estimulando a mineralização óssea, e sobre os paratormônios, ajudando a manter o equilíbrio do cálcio entre os ossos e o sangue (69).

No âmbito não farmacológico, o exercício físico é uma intervenção fundamental. Exercícios de impacto (corrida, pliometria) e de resistência (musculação) promovem estímulos mecânicos repetidos que desencadeiam o efeito piezoelétrico, ativando osteoblastos e estimulando a formação óssea (71–77). Além disso, o fortalecimento muscular imposto pelo treino de resistência aumenta a carga mecânica sobre os ossos, potencializando o efeito anabólico (74). Portanto, o exercício físico atua como um modulador mecânico do metabolismo ósseo (77), sendo uma intervenção fundamental para a prevenção e tratamento da osteopenia e osteoporose.

2.3. Osteoporose e Menopausa

A menopausa é um marco fisiológico caracterizado pelo fim do ciclo menstrual e pela queda acentuada da produção de estrogênio (31). Esse declínio hormonal afeta diretamente o metabolismo ósseo, acelerando a perda de massa óssea nos primeiros cinco a sete anos e elevando o risco de fraturas, principalmente vertebrais e de quadril (32,78–80).

A osteoporose pós-menopáusicas é, portanto, uma condição silenciosa, que se manifesta clinicamente apenas após a ocorrência de fraturas (8). As fraturas vertebrais podem provocar dor crônica, deformidades posturais e perda de estatura, enquanto a fratura de quadril está associada a elevada mortalidade e perda de independência funcional (58,81,82)

O tratamento pode incluir terapia hormonal (TH), indicada para mulheres com sintomas vasomotores intensos, mas deve ser utilizada com cautela devido a potenciais efeitos adversos (82). Alternativamente, podem ser usados bisfosfonatos, denosumabe e SERMs (66), sempre associados à suplementação de cálcio e vitamina D (68).

Além disso, recomenda-se fortemente a prática de exercícios físicos regulares, especialmente os de impacto, resistência e equilíbrio, que auxiliam na preservação da massa óssea e na redução do risco de quedas (11,16,83–89). Atividades como musculação, caminhada, dança e treino funcional são opções eficazes para mulheres na pós-menopausa. A adoção de hábitos saudáveis — como alimentação equilibrada,

abandono do tabagismo e moderação no consumo de álcool — complementa a prevenção e o tratamento da doença (90).

Em síntese, a osteoporose na pós-menopausa constitui um desafio relevante para a saúde da mulher, exigindo estratégias integradas de prevenção, diagnóstico e tratamento (79). A conscientização sobre a importância do monitoramento da saúde óssea e a adesão a medidas preventivas são fundamentais para reduzir o impacto da doença e promover um envelhecimento saudável (90).

2.4. Impacto do Exercício Físico na Saúde Óssea

O exercício físico desempenha um papel crucial na manutenção e melhoria da saúde óssea, especialmente durante e após a menopausa, quando a perda óssea se acelera devido à diminuição dos níveis de estrogênio (79). A prática regular de exercício físico pode ajudar a mitigar os efeitos da osteoporose e reduzir o risco de fraturas (91).

Exercícios de carga, como caminhada, corrida, dança e treino de resistência, são particularmente benéficos para a saúde óssea (10). Além disso, exercícios que envolvem impacto, como saltos, podem ser eficazes para fortalecer os ossos, especialmente em regiões como o quadril e a coluna vertebral, que são comumente afetadas por fraturas osteoporóticas (92).

O treino de força, que envolve o uso de pesos ou resistência, também é essencial para a saúde óssea (92). Ele não só fortalece os músculos, mas também estimula o crescimento ósseo, ajudando a manter a integridade estrutural do esqueleto (74). Exercícios que melhoram o equilíbrio e a coordenação, como tai chi e yoga, podem reduzir o risco de quedas, que são uma causa comum de fraturas em indivíduos com osteoporose (93).

Além dos benefícios diretos para os ossos, o exercício físico também promove a saúde geral, melhorando a função cardiovascular, a flexibilidade e o bem-estar mental (94,95). A combinação de diferentes tipos de exercícios pode proporcionar uma abordagem abrangente para a manutenção da saúde óssea e a prevenção de doenças relacionadas à idade (96).

2.5. Aptidão Funcional e Treino MTC

A aptidão funcional refere-se à capacidade de realizar atividades de vida diárias (AVD's) com eficiência, segurança e independência (97). Ela está diretamente relacionada à manutenção da autonomia e da QdV, especialmente em populações mais velhas (98). A aptidão funcional engloba diversos componentes, como força muscular, equilíbrio, flexibilidade, coordenação e resistência cardiorrespiratória. A perda

progressiva dessas capacidades, comum com o envelhecimento, pode levar a dificuldades na execução de tarefas cotidianas e aumentar o risco de quedas e dependência (97).

O treino MTC surge como uma abordagem eficaz para melhorar a aptidão funcional (99–102). Esse tipo de treino combina diferentes modalidades de exercícios em um único programa, visando trabalhar múltiplos aspectos da aptidão física simultaneamente (18). Um programa multicomponente típico pode incluir exercícios de força, equilíbrio, flexibilidade e aeróbicos, adaptados às necessidades e capacidades individuais (103).

Benefícios do Treino MTC:

1. **Melhora da Força Muscular:** Exercícios de resistência, como levantamento de pesos ou uso de bandas elásticas, ajudam a aumentar a massa muscular e a força, essenciais para atividades como subir escadas, carregar objetos ou levantar de uma cadeira (104).
2. **Aumento do Equilíbrio e Coordenação:** Exercícios específicos para equilíbrio, como ficar em uma perna ou caminhar em linhas retas, reduzem o risco de quedas, que são uma das principais causas de lesões em idosos (105).
3. **Ganho de Flexibilidade:** Alongamentos e exercícios de amplitude de movimento melhoram a flexibilidade, facilitando movimentos como agachar, alcançar objetos ou vestir-se (106).
4. **Melhora da Resistência Cardiorrespiratória:** Atividades aeróbicas, como caminhada, natação ou ciclismo, aumentam a capacidade cardiovascular, contribuindo para uma melhor disposição e redução da fadiga durante as atividades diárias (107).
5. **Prevenção de Doenças Crônicas:** O treino multicomponente também está associado à redução de fatores de risco para doenças crônicas, como diabetes, hipertensão e obesidade, além de melhorar a saúde mental e o bem-estar geral (108).

O treino MTC é especialmente relevante para idosos e indivíduos em processo de envelhecimento, pois aborda de forma integrada as principais áreas que tendem a declinar com a idade. Programas bem estruturados devem ser personalizados, considerando as limitações físicas e condições de saúde de cada indivíduo (109). A

supervisão de profissionais de educação física ou fisioterapeutas é recomendada para garantir a segurança e a eficácia do treino.

2.6. QdV e Bem-Estar Psicológico

A qualidade de vida (QdV) e o bem-estar psicológico são conceitos interligados e particularmente relevantes no contexto da menopausa. A QdV refere-se à percepção que os indivíduos têm sobre sua posição na vida, considerando aspectos físicos, emocionais, sociais e ambientais (110). Já o bem-estar psicológico envolve a capacidade de lidar com adversidades, manter relacionamentos saudáveis e encontrar significado e propósito na vida (111).

Nas mulheres pós-menopáusicas, alterações hormonais, sintomas vasomotores, distúrbios do sono, mudanças no humor, alterações na composição corporal e redução da função física podem impactar significativamente a QdV (112,113). Além disso, questões como dor musculoesquelética, ansiedade, perda da autoestima e limitação para atividades do cotidiano podem comprometer o bem-estar emocional e social (114–116)

Diversos estudos mostram que o suporte social e familiar é um fator protetor fundamental nessa fase, estando associado a maior satisfação com a vida e menor incidência de sintomas depressivos e ansiosos (117). Outro aspecto importante é a prática de atividade física regular, que contribui tanto para a saúde física quanto para a psicológica (118). Exercícios de força, aeróbicos e de equilíbrio têm sido associados à melhora do humor, da autoestima e da percepção global de saúde, além de promoverem sensação de prazer e redução do estresse por meio da liberação de endorfinas (119,120).

Em síntese, a compreensão da QdV em mulheres pós-menopáusicas deve considerar a interação entre fatores fisiológicos, psicológicos e sociais, reforçando a importância de intervenções multidimensionais, como o exercício físico associado a estratégias de suporte emocional e social, para promover resiliência e bem-estar nessa fase da vida.

2.7. Benefícios do Treino MTC para Mulheres Pós-Menopáusicas

Estudos investigaram os efeitos do MTC sobre a DMO, aptidão funcional e saúde geral de mulheres pós-menopáusicas. No que se refere à DMO, estudos como os de Karinkanta et al. (121) e Hakestad et al. (122), demonstraram manutenção ou leve aumento na densidade da coluna lombar e quadril após 6 a 12 meses de MTC, com frequência de 2 a 3 vezes por semana. Kistler-Fischbacher et al. (123), relataram

melhora significativa na DMO lombar com efeito grande (Cohen's $d = 0,94$). Marín-Cascales et al. (124,125), também observaram melhorias discretas na DMO após 24 semanas de treino, com aumento de $0,009 \text{ g/cm}^2$ na coluna lombar. No estudo de Multanen et al. (126), um protocolo de 12 meses combinando exercícios de força e impacto mostrou estabilização da DMO no quadril. Entretanto, outros autores como Stanghelle et al. (127) e Filipović et al. (128) destacam que a resposta depende da intensidade e do volume do treino.

No domínio da aptidão funcional, os ganhos foram mais expressivos. Riaz et al. (129), relataram melhora no $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($0,20 \text{ ml/kg/min}$) e no desempenho funcional após 10 semanas de MTC. Hakestad et al. (122), demonstraram melhora no equilíbrio funcional (FSST: $-3,0$ segundos) e resistência aeróbica (6MWT: $+3,9$ metros). Kistler-Fischbacher et al. (123), mostraram efeitos robustos na força de membros inferiores (aumento de até $7,4 \text{ kg}$ com $d = 5,48$) e Moreira et al. (130), identificaram benefícios na mobilidade e tempo de reação. Estudos como os de Paolucci et al. (131) e Olsen & Bergland (132), confirmam que o MTC também melhora a marcha e a coordenação motora em idosas. A maioria das intervenções teve duração entre 24 e 52 semanas, com frequência de 2 a 3 sessões semanais e envolveu mulheres com osteopenia, osteoporose ou sedentárias.

Apesar dos resultados positivos, diversos estudos apresentam limitações importantes: amostras pequenas, ausência de grupo controle, baixa padronização da dose de exercício (em MET-min/semana), heterogeneidade nos testes de avaliação e foco isolado em apenas alguns desfechos (por exemplo, apenas força ou apenas DMO). Além disso, poucos estudos avaliaram simultaneamente a DMO, a função física e a qualidade de vida, o que limita a compreensão integrada dos efeitos do MTC. Diante disso, esta dissertação busca preencher essas lacunas, oferecendo uma intervenção padronizada, com duração prolongada e análise multidimensional dos resultados.

Embora estudos indiquem que o treino MTC apresenta benefícios promissores para a saúde física, mental e funcional de mulheres pré e pós-menopáusicas, a literatura ainda carece de evidências consistentes quanto aos efeitos combinados dessa abordagem sobre múltiplos desfechos — como DMO, aptidão funcional e QdV — avaliados de forma simultânea e com protocolos bem padronizados. Além disso, há variações consideráveis entre os estudos quanto à duração, frequência, dose e perfil das participantes. Portanto, esta dissertação busca contribuir com evidências mais robustas e integradas sobre os efeitos de um programa MTC estruturado em mulheres na pós-

menopausa, com foco na promoção da saúde óssea e funcional em um contexto de envelhecimento ativo.

3. Materiais e métodos

3.1. Design do Estudo

Este estudo configurou-se como um ensaio clínico randomizado controlado (ECRC), conduzido ao longo de 30 semanas, com avaliação em dois momentos (pré e pós-intervenção). As participantes foram randomizadas em dois grupos: intervenção (treino MTC) e controle (manutenção de atividades habituais). A randomização foi realizada [descrever método exato, ex.: por meio de geração de números aleatórios no software R], garantindo distribuição equitativa entre os grupos. A sequência de alocação foi conduzida por um investigador independente, não envolvido na coleta de dados, assegurando a imparcialidade do processo.

Todas as avaliações foram realizadas antes e após o período de intervenção, utilizando protocolos padronizados para composição corporal, aptidão funcional e qualidade de vida. Não foi possível cegar as participantes quanto à intervenção, mas os avaliadores dos testes foram mantidos cegos em relação à alocação dos grupos.

3.2. Amostra

A seleção e admissão dos participantes, foi realizada com base nos critérios de inclusão. Para participar, as voluntárias deveriam ter idade igual ou superior a 55 anos e estar na pós-menopausa (última menstruação há pelo menos 12 meses), apresentar exame de densitometria óssea (DXA) realizado nos últimos dois anos, garantindo a avaliação prévia da saúde óssea, não apresentar distúrbios psicológicos ou físicos que prejudicassem a participação no programa de treino ou nos testes, bem como não possuir deficiências visuais e/ou auditivas críticas que pudessem comprometer a execução das atividades.

Além disso, as participantes não deveriam fazer uso de dispositivos auxiliares para a mobilidade ou apresentar dificuldades evidentes em realizar AVD's de forma independente. Também foi exigido que todas as apresentassem exame de densitometria óssea (DXA) realizado nos últimos dois anos, garantindo a avaliação prévia da saúde óssea.

Como critérios de exclusão, foram consideradas mulheres com idade inferior a 55 anos, estivessem em perimenopausa ou ainda menstruando, aquelas que apresentassem distúrbios psicológicos ou físicos que impedissem a participação no treino ou nos testes, deficiências visuais e/ou auditivas críticas que afetassem a

execução das atividades. Também foram excluídas mulheres que faziam uso de medicamentos que pudessem interferir nos resultados (como TH ou medicamentos para osteoporose) ou que não possuíam um exame de DXA recente (realizado entre os últimos dois anos).

Os participantes foram divididos em dois grupos: um grupo controle (GC) e um grupo de exercício (GE). A seleção das participantes foi realizada de forma não probabilística.

A amostra foi constituída por 40 mulheres portuguesas em pós-menopausa, residentes na região de Bragança, todas mulheres, com idade média de $68,68 \pm 5,74$ anos e massa corporal de $70,47 \pm 14,88$ kg. A faixa etária variou entre 55 e 85 anos, refletindo a heterogeneidade natural da população em pós-menopausa recrutada na comunidade.

O GC foi composto por 20 participantes, enquanto o GE contou com 20 participantes. As voluntárias foram recrutadas a partir de um projeto comunitário de exercício físico regular (+ idade + saúde) promovido pelo Instituto Politécnico de Bragança (IPB). O processo de recrutamento, exclusão e acompanhamento das participantes está apresentado no fluxograma CONSORT (Figura 1) (133), elaborado de acordo com as recomendações internacionais para ensaios clínicos randomizados.

O cálculo do tamanho amostral foi realizado utilizando o software G*Power (versão 3.1), considerando um delineamento de ANOVA com medidas repetidas entre grupos (ANOVA mista), com dois grupos e duas medidas (pré e pós-intervenção). Foram adotados um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), poder estatístico de 80% ($1 - \beta = 0,80$) e um tamanho de efeito médio ($f = 0,25$), conforme sugerido por estudos prévios que investigaram os efeitos de programas de exercício físico em mulheres pós-menopáusicas. O cálculo indicou a necessidade de 128 participantes por grupo (total de 256 participantes) para detectar efeitos estatisticamente significativos com essa configuração. Contudo, devido a limitações logísticas e à taxa de adesão ao programa, a amostra final foi composta por 40 participantes (20 por grupo), o que representa uma limitação metodológica a ser considerada na interpretação e generalização dos resultados.

Os procedimentos para o desenvolvimento do estudo incluíram, primeiramente, a aprovação pelo Comitê de Ética do Instituto Politécnico de Bragança (IPB), sob o número de processo 2067313. Este estudo faz parte de um projeto de pesquisa maior intitulado “*Strong Bones: Evaluating the Impact of Multicomponent Training on Bone*

Health and Quality of Life in Postmenopausal Women Using Predictive Models”, que teve início em 2025. Todas as participantes foram informadas sobre os riscos e desconfortos potenciais do estudo, bem como das vantagens na sua participação. A participação foi voluntária, e todas as mulheres assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes do início das atividades.

O estudo foi registrado na plataforma ClinicalTrials.gov sob o *Organization’s Unique Protocol ID 755614*, com o título “*Strong Bones: Promoting Bone Health and Quality of Life in Postmenopausal Women*”. Este registro assegura a transparência dos procedimentos adotados e permite que os resultados sejam comparados de forma adequada com outros estudos similares. Todas as informações relevantes sobre os objetivos, métodos, critérios de inclusão e exclusão, assim como os desfechos esperados, foram disponibilizadas no registro, garantindo a conformidade com os padrões internacionais para estudos clínicos.

3.3. Procedimentos

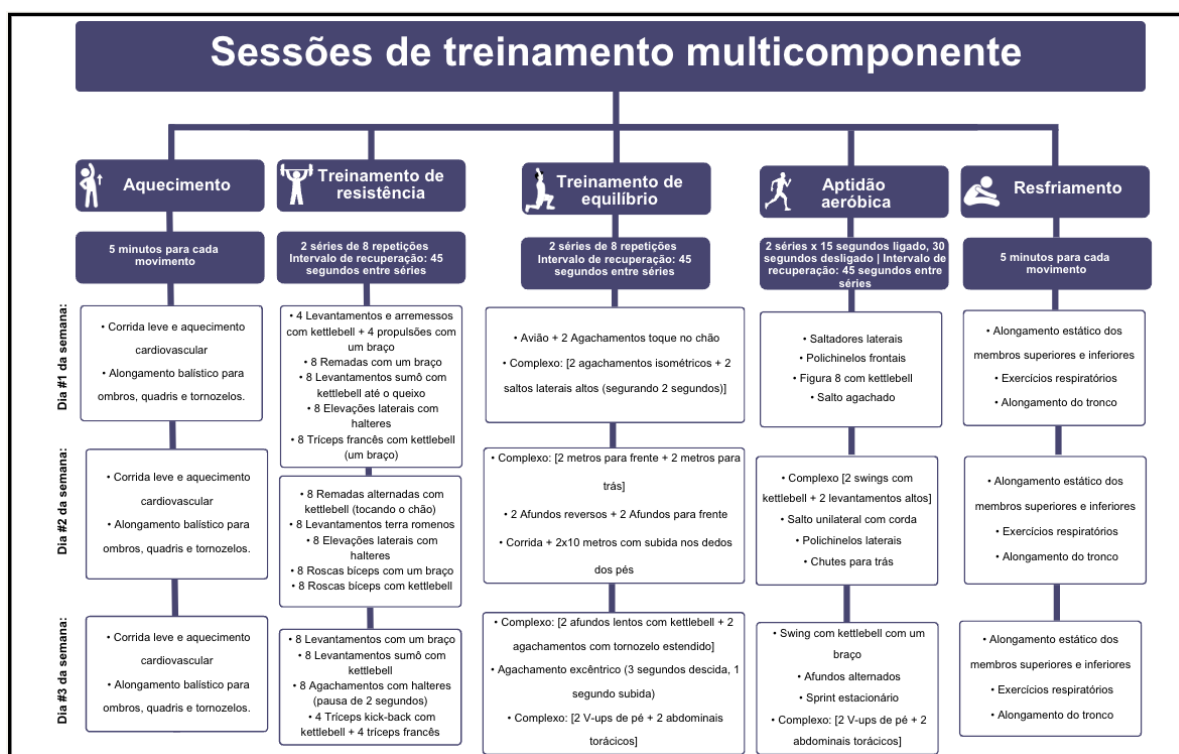
3.3.1. Programa de Treino MTC

O programa de treino MTC foi desenvolvido com base em diretrizes internacionais para exercícios em populações adultas e idosas (134). O treino foi realizado três vezes por semana, com duração de 60 minutos por sessão, durante 30 semanas (Figura 3). Cada sessão foi estruturada da seguinte forma: aproximadamente 10 minutos de aquecimento (com alongamentos dinâmicos, mobilizações articulares e corrida leve), 20 minutos de treino de força (com pesos livres, halteres e dumbbells, focados nos principais grupos musculares, como MMSS, MMII e core), 10 minutos de exercícios de equilíbrio e coordenação (como exercícios unipodais, pliométricos e atividades com instabilidade), 15 minutos de treino aeróbico (incluindo saltos laterais, polichinelos, corrida estacionária e elevação de calcanhares) e 5 minutos de retorno à calma, com alongamentos estáticos para MMSS, MMII e tronco, além de exercícios respiratórios.

A carga interna foi monitorada semanalmente por meio da Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (RPE – Escala de Borg de 6 a 20 pontos), sendo os exercícios ajustados para manter a intensidade percebida na faixa de 13 a 15 pontos (moderada a intensa). Aplicada oralmente durante e ao final das sessões, permitindo ajustar progressivamente a carga de acordo com o esforço percebido pelas participantes. Para os exercícios de força, utilizou-se a progressão autorregulada, em que as próprias participantes selecionavam e ajustavam os pesos disponíveis, de acordo com a sua

percepção individual de esforço e evolução ao longo do programa. Os investigadores supervisionaram esse processo, garantindo a segurança e orientando ajustes quando necessário.

A adesão ao programa foi monitorada em todas as sessões por meio de registo de presenças. Para inclusão na análise final, considerou-se como critério mínimo de adesão a participação em pelo menos 75% das sessões propostas. Esse parâmetro foi definido para garantir que os efeitos observados pudessem ser atribuídos à intervenção,



reduzindo potenciais vieses decorrentes de baixa exposição ao programa.

Figura 4. Treino MTC.

3.3.2. Avaliações pré-teste e pós teste

As avaliações iniciais (pré-teste) foram realizadas antes do início do programa de treino, e as avaliações finais (pós-teste) foram conduzidas após as 30 semanas de intervenção. As avaliações foram conduzidas nos mesmos horários das 8:00 às 11:00 da manhã.

3.3.2.1. Composição Óssea e Corporal

A composição óssea e corporal, foi utilizado um scan corporal total por meio do equipamento DXA (Hologic QDR - 4500®). Todas as participantes foram posicionados em decúbito dorsal, seguindo os procedimentos standardizados para a avaliação (135,136). A DMO Total foi expressa em (g/cm²), conteúdo mineral ósseo (CMO) em g/cm², T-score, Z-score, área total (cm²), e massa magra + CMO (g/cm²) sendo classificados conforme os critérios atuais (137). Além da DMO, o exame permitiu a quantificação da composição corporal, incluindo a massa gorda/massa magra total (em kg), percentagem de gordura total, massa corporal total (kg) e IMC (kg/m²).

3.3.2.2. Avaliação da Aptidão Funcional (Teste de Rikli e Jones)

A aptidão funcional foi avaliada por meio do teste de Rikli e Jones (97), uma bateria de testes validada para idosos que avalia componentes como força muscular, flexibilidade, equilíbrio e capacidade aeróbica. Os testes realizados incluíram:

- **Levantar e sentar da cadeira:** Avaliou a força dos membros inferiores (MMII). As participantes foram instruídas a levantar e sentar repetidamente em uma cadeira durante 30 segundos, e o número total de repetições foi registrado.
- **Flexão de bíceps:** Avaliou a força dos membros superiores (MMSS). As participantes levam um peso de 2,27 Kg com o braço dominante durante 30 segundos, sendo contabilizado o número de repetições.
- **Sentar e alcançar:** Avaliou a flexibilidade dos MMII. Sentadas na borda de uma cadeira, com uma perna estendida e a outra flexionada, as participantes tentaram alcançar a ponta do pé com as mãos sobrepostas. A distância entre os dedos das mãos e os pés foi registrada em centímetros, com valores positivos (além dos dedos dos pés) ou negativos (não atingiu os dedos).
- **Coçar as costas:** Avaliou a flexibilidade dos MMSS. As participantes posicionaram uma mão por trás da cabeça e outra por baixo das costas, tentando aproximar ou sobrepor os dedos médios. A distância entre as pontas dos dedos foi medida, com pontuações positivas indicando sobreposição e negativas, a distância entre eles.
- **Levantar e ir cronometrado (Timed Up and Go):** Avaliou velocidade, agilidade e equilíbrio. As participantes, a partir da posição sentada, levantaram-se, caminharam até um ponto a 2,45 metros de distância, contornaram-no e

retornaram para sentar-se. O tempo total do percurso foi registrado, sendo considerada a melhor (menor) marca entre duas tentativas.

- Teste do passo de dois minutos: Avaliou a resistência aeróbica. As participantes marcharam no lugar durante dois minutos, elevando o joelho até a altura correspondente ao ponto médio entre a patela e a crista ilíaca. Registrou-se o número de elevações do joelho direito durante o tempo total.

3.3.2.4. Avaliação da QdV (WHOQOL-Bref)

A QdV foi avaliada por meio do questionário WHOQOL-Bref, um instrumento validado e amplamente utilizado para medir a percepção dos indivíduos sobre sua saúde e bem-estar (138–140). Ele é uma versão abreviada do WHOQOL-100 e é amplamente utilizado para medir a percepção dos indivíduos sobre sua qualidade de vida em diferentes contextos culturais e de saúde (141).

O WHOQOL-Bref é composto por 26 itens, divididos em quatro domínios: físico, psicológico, relações sociais e meio ambiente (142). Além disso, inclui duas questões gerais que avaliam a percepção global da qualidade de vida e da saúde. Cada item é respondido em uma escala Likert de 1 a 5 pontos, onde valores mais altos refletem melhor percepção de qualidade de vida, com exceção dos itens 3, 4 e 26, que possuem polaridade invertida. Para esses itens, foi aplicada a fórmula de recodificação: Item invertido = 6 – resposta original, conforme orientação do manual do instrumento (142).

Os domínios específicos do WHOQOL-Bref são:

- Domínio Físico (7 itens): abrange dor, energia, fadiga e capacidade funcional (142).
- Domínio Psicológico (6 itens): avalia sentimentos positivos, autoestima, imagem corporal e concentração (142).
- Domínio Relações Sociais (3 itens): examina o suporte social e a qualidade dos relacionamentos pessoais (142).
- Domínio Meio Ambiente (8 itens): envolve segurança física, ambiente doméstico, recursos financeiros e acesso a serviços de saúde (142).
- Domínio Geral da QdV (3 itens): composto pelas duas questões globais e uma questão agregada à estrutura geral de bem-estar (142).

Após a recodificação dos itens com polaridade invertida, foi calculada a pontuação bruta de cada domínio, sem conversão para escala de 0 a 100, conforme

recomendações do processo de validação brasileira do instrumento (142). Os valores máximos de pontuação bruta por domínio são:

- Físico: 35 pontos
- Psicológico: 30 pontos
- Relações Sociais: 15 pontos
- Meio Ambiente: 40 pontos

As participantes responderam ao questionário antes e após a intervenção, permitindo uma avaliação comparativa da percepção de qualidade de vida ao longo do estudo. Pontuações mais altas indicam melhor percepção da QdV em cada domínio avaliado.

3.4 Análises Estatísticas

A análise estatística teve como objetivo avaliar os efeitos da intervenção de treino MTC sobre os desfechos primários e secundários, considerando a variação entre os grupos (GC vs. GE) e os momentos (pré vs. pós-intervenção). A análise foi conduzida no ambiente RStudio (versão 2024.09.0+375), utilizando pacotes especializados para análise de dados longitudinais e modelos mistos.

3.4.1. Análise Exploratória

Antes da aplicação dos testes inferenciais, foi realizada uma análise exploratória dos dados com o objetivo de verificar a presença de valores extremos, possíveis erros de digitação e a adequação dos dados aos pressupostos estatísticos. A normalidade das distribuições foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, aplicado separadamente para cada grupo e momento. Esse teste foi escolhido por ser considerado um dos mais sensíveis e apropriados para amostras pequenas a moderadas (tipicamente inferior a 50 participantes), como as deste estudo. Ele testa a hipótese nula de que os dados seguem uma distribuição normal, sendo que valores de $p > 0,05$ indicam aderência à normalidade. Além disso, a normalidade foi investigada de forma complementar por meio de inspeção visual de histogramas e gráficos Q-Q, aumentando a confiabilidade da avaliação. A homogeneidade das variâncias entre os grupos foi testada com o teste de *Levene*, e a normalidade dos resíduos dos modelos foi novamente verificada com o teste de *Shapiro-Wilk*, aplicado aos resíduos das análises inferenciais. As análises foram conduzidas com os pacotes *tidyverse* (para organização dos dados) e *car* (para o teste de *Levene*), conforme recomendações de Field et al. (143) e Carey e Yang (144).

3.4.2. Análise Descritiva

As variáveis quantitativas foram descritas por meio de medidas de tendência central e dispersão (média, desvio padrão e intervalos de confiança de 95%), enquanto as variáveis categóricas foram apresentadas em frequências absolutas e relativas. Esses dados foram organizados em tabelas para caracterização da amostra e comparação entre os grupos nos momentos pré e pós-intervenção. A descrição serviu como base para a interpretação dos resultados inferenciais subsequentes.

3.4.3. Análise Inferencial

Com base nos resultados da análise exploratória, foram escolhidos os métodos estatísticos mais adequados para cada variável. Para aquelas que apresentaram resíduos com distribuição normal, foi aplicada a ANOVA mista com dois fatores (grupo e tempo) (145), utilizando o método de Satterthwaite para correção dos graus de liberdade, implementado no pacote *lmerTest* (146). Para as variáveis com resíduos não normais, foi utilizada a ANOVA de Brunner-Langer (147), um teste não paramétrico

para medidas repetidas, realizado com o pacote *nparLD* (148,149). O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Além disso, gráficos de interação entre grupo e momento foram construídos com o pacote *ggplot2* (150), com o objetivo de visualizar as diferenças entre os grupos ao longo do tempo e facilitar a interpretação dos efeitos encontrados.

Para ambas as análises, foram calculados os tamanhos de efeito, como η^2 parcial para a ANOVA mista e estatísticas tipo ANOVA (ATS) para a ANOVA de Brunner-Langer, permitindo avaliar a magnitude dos efeitos principais e das interações. Em casos de interações significativas, foram realizadas comparações simples (*simple effects*), com contrastes entre os momentos dentro de cada grupo e entre os grupos em cada momento, utilizando ajustes de Bonferroni para múltiplas comparações, quando necessário.

Considerando as limitações dos testes não paramétricos baseados em rankings, como a ANOVA de Brunner-Langer, e a crescente recomendação de priorizar métodos paramétricos sempre que possível, mesmo em casos de leve violação dos pressupostos, a interpretação estatística dos resultados foi complementada com intervalos de confiança de 95% (IC95%). Para estimar a magnitude dos efeitos, foram utilizados o η^2 parcial para a ANOVA mista e o Efeito Relativo de Tratamento (RTE) para a ANOVA de Brunner-Langer. Adicionalmente, valores de *Cohen's d* foram calculados de forma complementar e exploratória, visando possibilitar comparações com a literatura prévia, ainda que se reconheça a limitação do seu uso em análises não paramétricas.

4. Resultados

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos a partir das análises descritivas e inferenciais aplicadas às variáveis estudadas. Os dados foram organizados por domínios temáticos de interesse: (1) antropometria e composição corporal, (2) aptidão funcional e (3) QdV. Para cada domínio, são apresentados os valores descritivos (média, desvio padrão e intervalo de confiança de 95%) nos momentos pré e pós-intervenção, bem como os resultados das análises estatísticas que comparam os grupos controle e experimental ao longo do tempo.

A Figura 1 apresenta o fluxograma CONSORT referente ao processo de recrutamento, seleção, alocação e acompanhamento das participantes ao longo do estudo. Não houve perdas nem desistências durante o acompanhamento, resultando em uma taxa de retenção de 100%. Todas as participantes do grupo intervenção também cumpriram o critério de adesão mínima de 75% das sessões, evidenciando elevado comprometimento e a viabilidade da intervenção ao longo das 30 semanas. Adicionalmente, o uso da RPE em conjunto com a progressão autorregulada possibilitou que as participantes ajustassem adequadamente as cargas ao longo do programa, promovendo uma evolução gradual e segura da intensidade.

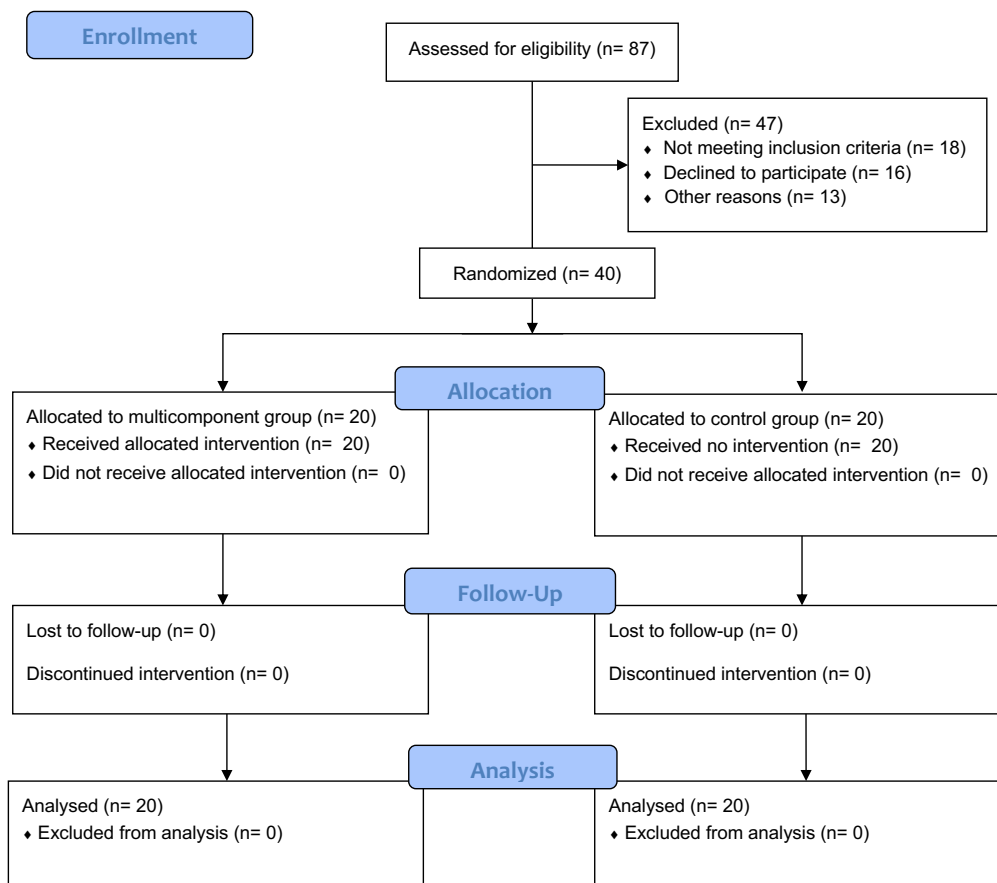


Figura 5. Fluxograma CONSORT do processo de recrutamento, alocação, acompanhamento e análise das participantes do estudo.

4.1. Composição Óssea e Corporal

A Tabela 1 apresenta os valores descritivos das variáveis antropométricas e de composição corporal nos momentos pré e pós-intervenção, separados pelos grupos GC e GE. Foram analisadas variáveis como índice de massa corporal (IMC), massa corporal total, massa magra, massa gorda, porcentagem de gordura corporal, área total, CMO, DMO, *T-score* e *Z-score*. Os dados são apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança de 95% (IC95%).

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis no momento pré e pós-intervenção.

GC Pré (n = 20)	GC Pós (n = 20)	GE Pré (n = 20)	GE Pós (n = 20)
Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
(IC95%)	(IC95%)	(IC95%)	(IC95%)

IMC (kg/m²)	29,67 ± 5,98 (27,04; 32,29)	29,83 ± 5,73 (27,32; 32,34)	31,24 ± 5,96 (28,63; 33,29)	30,52 ± 6,13 (27,84; 33,21)
CMO (g)	1707,86 ± 200,99 (1617,48; 1798,24)	1629,07 ± 403,67 (1447,56; 1810,58)	1641,06 ± 224,75 (1540,00; 1742,12)	1654,08 ± 232,42 (1549,57; 1758,59)
DMO (g/cm²)	1,00 ± 0,06 (0,97; 1,02)	0,95 ± 0,20 (0,86; 1,04)	0,99 ± 0,08 (0,95; 1,02)	0,99 ± 0,07 (0,96; 1,03)
T Score	-1,01 ± 1,24 (-1,57; -0,46)	-0,89 ± 1,29 (-1,47; -0,31)	-1,19 ± 0,65 (-1,48; -0,89)	-0,79 ± 0,74 (-1,12; -0,45)
Z Score	0,22 ± 0,75 (-0,12; 0,56)	0,28 ± 0,74 (-0,06; 0,61)	0,34 ± 0,72 (0,02; 0,67)	0,29 ± 0,82 (-0,08; 0,66)
Massa Gorda (g)	28120,94 ± 9180,43 (23992,92; 32248,97)	29049,35 ± 8727,05 (25125,18; 32973,51)	26978,78 ± 7878,23 (23436,29; 30521,26)	26929,21 ± 8652,79 (23038,44; 30819,97)
% Gordura Total (%)	37,77 ± 4,42 (35,78; 39,75)	38,03 ± 4,30 (36,10; 39,97)	40,37 ± 4,98 (38,13; 42,60)	39,70 ± 5,14 (37,38; 42,01)
Área Total (cm²)	1704,95 ± 150,55 (1634,49; 1775,41)	1717,52 ± 184,95 (1630,96; 1804,08)	1657,91 ± 140,23 (1592,28; 1723,54)	1658,91 ± 152,65 (1587,47; 1730,36)

	41251,20 ±	40765,70 ±	39628,80 ±	40005,59 ±
Massa Magra (g)	7538,12 (37723,25; 44779,15)	6890,75 (37540,73; 43990,68)	6342,86 (36660,25; 42597,35)	5770,31 (37305,00; 42706,18)
	42723,56 ±	42880,27 ±	41646,65 ±	41282,88 ±
Massa Magra + CMO (g)	6760,18 (39559,70; 45887,43)	7724,13 (39265,27; 46495,27)	5910,56 (38880,42; 44412,87)	6492,72 (38244,19; 44321,56)
	69809,47 ±	69702,34 ±	70695,99 ±	69403,82 ±
Massa Corporal Total (g)	16147,82 (62252,06; 77366,89)	14331,17 (62995,15; 76409,53)	14243,45 (64029,85; 77362,13)	15352,46 (62218,65; 76589,00)

Nota: GC: grupo controle, GE: grupo experimental.

A Tabela 2 e a Tabela 3 apresentam os resultados completos das análises inferenciais aplicadas às variáveis de composição corporal e óssea, considerando a aplicação da ANOVA Mista e da ANOVA de Brunner-Langer conforme os pressupostos estatísticos de cada desfecho.

Tabela 2. Resultados das análises interferências composição óssea e corporal (ANOVA Mista).

ANOVA Mista

Variável	Efeito	Sum Sq	NumDF	DenDF	Valor F	<i>p</i> Valor	η^2 parcial
----------	--------	--------	-------	-------	---------	----------------	------------------

ANOVA Mista

Variável	Efeito	Sum Sq	NumDF	DenDF	Valor F	<i>p</i> Valor	η^2 parcial
T Score	Grupo	0,00149	1	38	0,0103	0,91	0,010
	Momento	0,15625	1	38	1,0759	0,30	0,518
	Grupo x Momento	0,37812	1	38	2,6036	0,11	0,064

Tabela 3. Resultados das análises interferências composição óssea e corporal (ANOVA Brunner-Langer).

ANOVA Brunner-Langer

	Grupo (Estatística)	Grupo (p Valor)	Tempo (Estatística)	Tempo (p Valor)	Grupo: Tempo (Estatística)	Grupo: Tempo (p Valor)	<i>RTE</i> (Grupo/ Tempo)	<i>Cohen's d</i>
IMC (kg/m²)	0,125	0,72	1,458	0,22	1,370	0,24	GC = 0,484 GE = 0,516; Pré = 0,510; Pós = 0,490	0,06
CMO (g)	0,594	0,44	0,0008	0,97	0,191	0,66	GC = 0,533; GE = 0,467; Pré = 0,500; Pós = 0,500	-0,03

DMO (g/cm2)	0,196	0,65	0,102	0,74	0,609	0,43	GC = 0,518; GE = 0,482; Pré = 0,507; Pós = 0,493	0,0
Z Score	0,843	0,35	0,012	0,91	0,240	0,62	GC = 0,460; GE = 0,540; Pré = 0,498; Pós = 0,502	-0,06
Massa Gorda (g)	0,182	0,66	2,637	0,10	0,933	0,33	GC = 0,520; GE = 0,480; Pré = 0,488; Pós = 0,512	0,06
% Gordura Total (%)	0,125	0,72	1,458	0,22	1,370	0,24	GC = 0,431; GE = 0,569; Pré = 0,504; Pós = 0,496	-0,13
Área Total (cm2)	1,617	0,20	0,943	0,33	0,070	0,79	GC = 0,556; GE = 0,444; Pré = 0,487; Pós = 0,513	0,01
Massa Magra	0,488	0,48	0,224	0,63	4,072	0,04	GC = 0,532; GE = 0,468; Pré = 0,503; Pós = 0,497	0,06
Massa Magra + CMO (g)	0,612	0,43	0,0005	0,98	1,443	0,22	GC = 0,536; GE = 0,464; Pré = 0,500; Pós = 0,500	-0,08
Massa Corporal Total (g)	0,0002	0,98	2,275	0,13	1,083	0,29	GC = 0,499; GE = 0,501; Pré = 0,511; Pós = 0,489	-0,09

Nota: RTE (Efeito Relativo de Tratamento).

A Figura 5 ilustra graficamente as variações nas principais variáveis de composição corporal e DMO/CMO, permitindo uma visualização clara das tendências observadas em cada grupo e individuo entre os momentos pré e pós-intervenção.

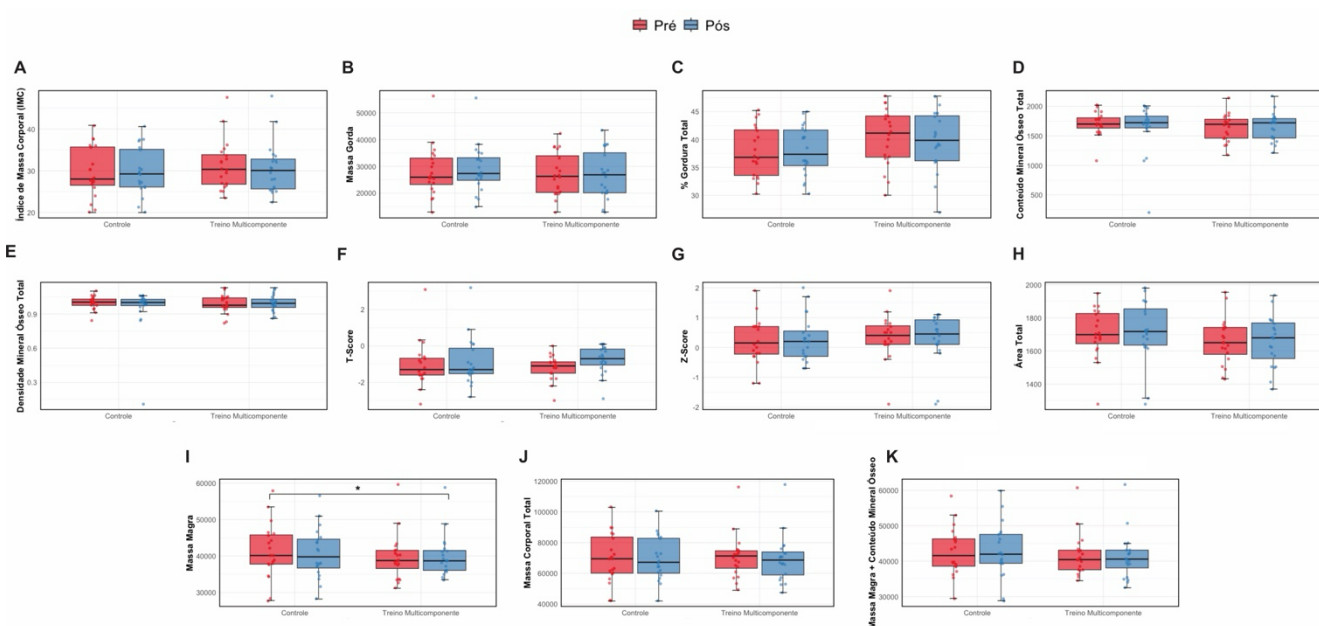


Figura 6. Resultados Composição Corporal e Densidade Mineral Óssea.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ao longo do tempo ($p > 0,05$). Contudo, o grupo intervenção manteve a DMO em quadril e coluna lombar, enquanto o grupo controle apresentou tendência de redução, sugerindo um possível efeito protetor do treino MTC. A massa corporal e o índice de massa corporal (IMC) permaneceram estáveis em ambos os grupos. A análise da composição corporal indicou que o grupo intervenção apresentou redução relativa na massa gorda e discreto aumento na massa magra, enquanto o grupo controle mostrou tendência oposta, embora sem diferenças estatisticamente significativas. Em relação à massa óssea total, não foram observadas alterações relevantes entre os grupos ou ao longo do tempo. Em síntese, embora não tenham sido encontradas diferenças estatisticamente significativas, os resultados sugerem que o treino MTC pode contribuir para a manutenção da DMO e para um perfil mais favorável da composição corporal em mulheres pós-menopáusicas, em contraste com o declínio observado no grupo controle.

4.2. Aptidão Funcional (Rikli e Jones)

As variáveis relacionadas à aptidão funcional foram avaliadas por meio da bateria de testes proposta por Rikli e Jones, que inclui medidas de força muscular de MMSS e MMII, flexibilidade, resistência aeróbica e agilidade. A Tabela 4 apresenta os valores médios, desvios padrão e intervalos de confiança de 95% (IC95%) para cada variável nos momentos pré e pós-intervenção, nos GC e GE.

Tabela 4. Estatística descritiva das variáveis no momento pré e pós-intervenção.

	GC Pré (n = 20)	GC Pós (n = 20)	GE Pré (n = 20)	GE Pós (n = 20)
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
	(95IC)	(95IC)	(95IC)	(95IC)
Flexibilidade de MMSS (cm)	-7,38 ± 10,03 (-11,88; -2,87)	-8,60 ± 10,73 (-13,43; -3,77)	-11,68 ± 8,40 (-15,45; -7,90)	-7,95 ± 9,14 (-12,06; -3,83)
Força de MMSS (rep)	31,65 ± 9,94 (27,18; 36,12)	27,45 ± 8,77 (23,51; 31,39)	24,60 ± 8,85 (20,62; 28,58)	29,95 ± 8,78 (26,00; 33,90)
Flexibilidade de MMII (cm)	6,78 ± 7,29 (3,49; 10,06)	5,10 ± 7,80 (1,59; 8,61)	4,85 ± 6,75 (1,82; 7,88)	7,82 ± 6,85 (4,74; 10,90)
Força de MMII (rep)	22,75 ± 6,60 (19,78; 25,72)	20,15 ± 6,70 (17,14; 23,16)	19,75 ± 4,24 (17,84; 21,66)	24,00 ± 4,31 (22,06; 25,94)
Levantar e Ir Cronometrado (s)	4,74 ± 0,73 (4,41; 5,07)	4,99 ± 0,78 (4,63; 5,34)	4,87 ± 0,88 (4,47; 5,27)	4,60 ± 0,44 (4,40; 4,80)

Resistência	139,90 ± 40,00	130,30 ± 35,22	114,50 ± 52,21	136,60 ± 51,60
Aeróbica (passos)	(121,91; 157,89)	(114,47; 146,13)	(91,02; 137,98)	(113,40; 159,80)

Nota: GC: grupo controle, GE: grupo experimental.

A Tabela 5 e a Tabela 6 apresentam os resultados detalhados das análises estatísticas, com os efeitos principais e interações identificados pela ANOVA Mista e pela ANOVA de Brunner-Langer, conforme a distribuição dos resíduos de cada variável.

Tabela 5. Resultados das análises interferências aptidão funcional (ANOVA Mista).

ANOVA Mista							
Variável	Efeito	Sum Sq	NumDF	DenDF	Valor F	p Valor	η^2 parcial
Flexibilidade e de MMSS (cm)	Grupo	2,237	1	38	0,3526	0,55	0,261
	Momento	15,006	1	38	2,3654	0,13	0,703
	Grupo x Momento	122,760	1	38	19,3508	< 0,001	0,951
Força de MMSS (rep)	Grupo	6,77	1	38	0,6326	0,43	0,016

ANOVA Mista

Variável	Efeito	Sum Sq	NumDF	DenDF	Valor F	<i>p</i> Valor	η^2 parcial
	Momento	176,40	1	38	16,4748	< 0,001	0,302
	Grupo x Momento	456,01	1	38	42,5892	< 0,001	0,529
Força MMII (rep)	de Grupo	0,179	1	38	0,0576	0,81	0,054
	Momento	67,600	1	38	21,7189	< 0,001	0,956
	Grupo x Momento	234,613	1	38	75,3775	< 0,001	0,987

Tabela 6. Resultados das análises interferências aptidão funcional (ANOVA Brunner-Langer).

ANOVA Brunner-Langer

Grupo (Estatística)	Grupo (p Valor)	Tempo (Estatística)	Tempo (p Valor)	Grupo: Tempo (Estatística)	Grupo: Tempo (p Valor)	RTE (Grupo/ Tempo)	Cohen's d
------------------------	-----------------------	------------------------	--------------------	----------------------------------	------------------------------	-----------------------	-----------

Resistência Aeróbica (passos)	0,605	0,436	5,498	19	26,416	< 0,001	GC = 0,535; 0,426 GE = 0,465; Pré = 0,477; Pós = 0,523
Flexibilidade de MMII (cm)	0,020	0,885	5,078	0,024	34,232	< 0,001	GC = 0,493; 0,437 GE = 0,507; Pré = 0,484; Pós = 0,516
Levantar e Ir Cronometrado (s)	0,768	0,380	0,421	0,516	6,792	0,009	GC = 0,537; -0,388 GE = 0,463; Pré = 0,488; Pós = 0,512

Nota: RTE (Efeito Relativo de Tratamento).

A Figura 6 apresenta a evolução gráfica dessas variáveis ao longo do tempo em ambos os grupos e individualmente.

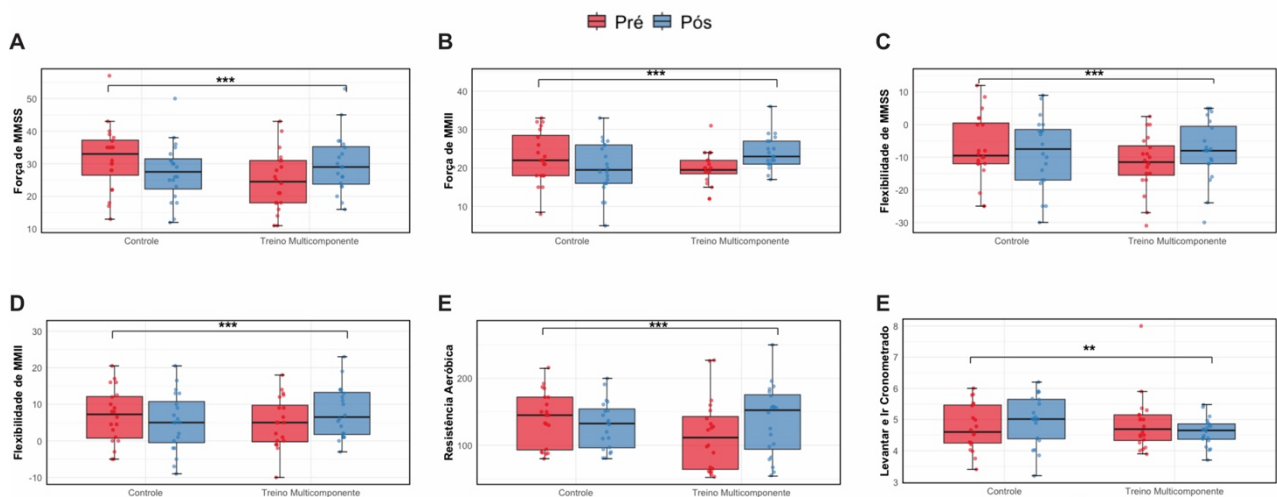


Figura 7. Resultados Aptidão Funcional

O grupo intervenção apresentou melhorias significativas na força de MMSS e MMII, enquanto o grupo controle não mostrou alterações relevantes. Também se observou evolução positiva no grupo intervenção nos testes de agilidade, com redução do tempo médio de execução, contrastando com a manutenção ou discreta piora no

grupo controle. No teste de resistência aeróbica, o grupo intervenção aumentou significativamente a distância percorrida em comparação ao grupo controle. Houve ainda melhora discreta nos testes de flexibilidade de MMII e MMSS no grupo intervenção, enquanto o grupo controle manteve-se estável.

De forma geral, os resultados demonstram que o programa de treino MTC foi eficaz em promover ganhos funcionais, particularmente em força, mobilidade e resistência aeróbica, aspectos essenciais para a autonomia e para a prevenção de quedas em mulheres pós-menopáusicas.

4.3 Qualidade de Vida (WHOQOL-Bref)

A avaliação da QdV foi realizada com o instrumento WHOQOL-Bref, que abrange cinco domínios: geral, físico, psicológico, relações sociais e meio ambiente. A Tabela 7 apresenta os valores médios, desvios padrão e intervalos de confiança de 95% (IC95%) para cada domínio, nos momentos pré e pós-intervenção, nos grupos controle (GC) e experimental (GE).

Tabela 7. Estatística descritiva das variáveis no momento pré e pós-intervenção.

	GC Pré (n = 20)	GC Pós (n = 20)	GE Pré (n = 20)	GE Pós (n = 20)
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
	(95IC)	(95IC)	(95IC)	(95IC)
Domínio Geral (escore 1–5)	3,35 ± 0,54 (3,09; 3,60)	3,47 ± 0,49 (3,24; 3,70)	3,41 ± 0,71 (3,09; 3,75)	3,87 ± 0,58 (3,60; 4,14)
Domínio Físico (escore 1–5)	3,51 ± 0,25 (3,39; 3,62)	3,53 ± 0,22 (3,43; 3,64)	3,54 ± 0,31 (3,40; 3,69)	4,04 ± 0,21 (3,94; 4,14)

	3,59 ± 0,23	3,63 ± 0,32	3,56 ± 0,38	4,05 ± 0,39
Domínio Psicológico (escore 1–5)	(3,48; 3,70)	(3,48; 3,78)	(3,37; 3,74)	(3,87; 4,23)
	3,55 ± 0,57	3,58 ± 0,53	3,63 ± 0,41	4,04 ± 0,32
Domínio Relações Sociais (escore 1–5)	(3,28; 3,81)	(3,34; 3,83)	(3,43; 3,83)	(3,89; 4,19)
	3,50 ± 0,28	3,50 ± 0,30	3,56 ± 0,26	3,56 ± 0,26
Domínio Meio Ambiente (escore 1–5)	(3,37; 3,63)	(3,36; 3,64)	(3,43; 3,68)	(3,83; 4,19)

Nota: GC: grupo controle, GE: grupo experimental.

A Tabela 8 e a Tabela 9 apresentam os resultados detalhados das análises estatísticas dos domínios do WHOQOL-Bref, utilizando ANOVA Mista ou Brunner-Langer conforme os pressupostos estatísticos de cada variável.

Tabela 8. Resultados das análises interferências QdV (ANOVA Mista).

ANOVA Mista							
Variável	Efeito	Sum Sq	NumDF	DenDF	Valor F	p Valor	η^2 parcial
Domínio Psicológico	Grupo	0,8364	1	38	9,1493	0,003	0,901

ANOVA Mista

Variável	Efeito	Sum Sq	NumDF	DenDF	Valor F	<i>p</i> Valor	η^2 parcial
	Momento	1,2903	1	38	14,1146	< 0,001	0,934
	Grupo x Momento	0,9031	1	38	9,8791	0,002	0,908
Domínio Meio Ambiente	Grupo	1,0080	1	38	11,6913	0,001	0,921
	Momento	0,7960	1	38	9,2324	0,003	0,902
	Grupo x Momento	0,8000	1	38	9,2787	0,003	0,903

Tabela 9. Resultados das análises interferências QdV (ANOVA Brunner-Langer).

ANOVA Brunner-Langer

Grupo (Estatística) (p Valor)	Grupo (Estatística) (p Valor)	Tempo (Estatística) (p Valor)	Tempo (Estatística) (p Valor)	Grupo: Tempo (Estatística) (p Valor)	Grupo: Tempo (Estatística) (p Valor)	<i>Cohen's d</i>
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	--	--	------------------

Domínio Geral	3,87	0,04	4,46	0,03	1,21	0,27	0,71
Domínio Físico	12,39	< 0,001	12,25	< 0,001	17,38	< 0,001	1,88
Domínio Relações Sociais	5,50	0,01	5,99	0,01	3,95	0,50	1,27

ANOVA Brunner-Langer

	Grupo (Estatística)	Grupo (p Valor)	Tempo (Estatística)	Tempo (p Valor)	Grupo: Tempo (Estatística)	Grupo: Tempo (p Valor)	RTE (Grupo/Tempo)	Cohen's d
Domínio Geral	3,87	0,04	4,46	0,03	1,21	0,27	GC = 0,442; GE = 0,558; Pré = 0,435; Pós = 0,565	0,71
Domínio Físico	22,93	< 0,001	19,08	< 0,001	14,7	< 0,001	GC = 0,387; GE = 0,613; Pré = 0,422; Pós = 0,613	1,88
Domínio Relações Sociais	6,60	0,01	7,06	0,007	4,22	0,04	GC = 0,425; GE = 0,575; Pré = 0,422; Pós = 0,578	1,27

Nota: RTE (Efeito Relativo de Tratamento).

A Figura 7 apresenta os gráficos de interação grupo x momento para os domínios do WHOQOL-Bref, ilustrando visualmente os efeitos da intervenção sobre a qualidade de vida percebida.

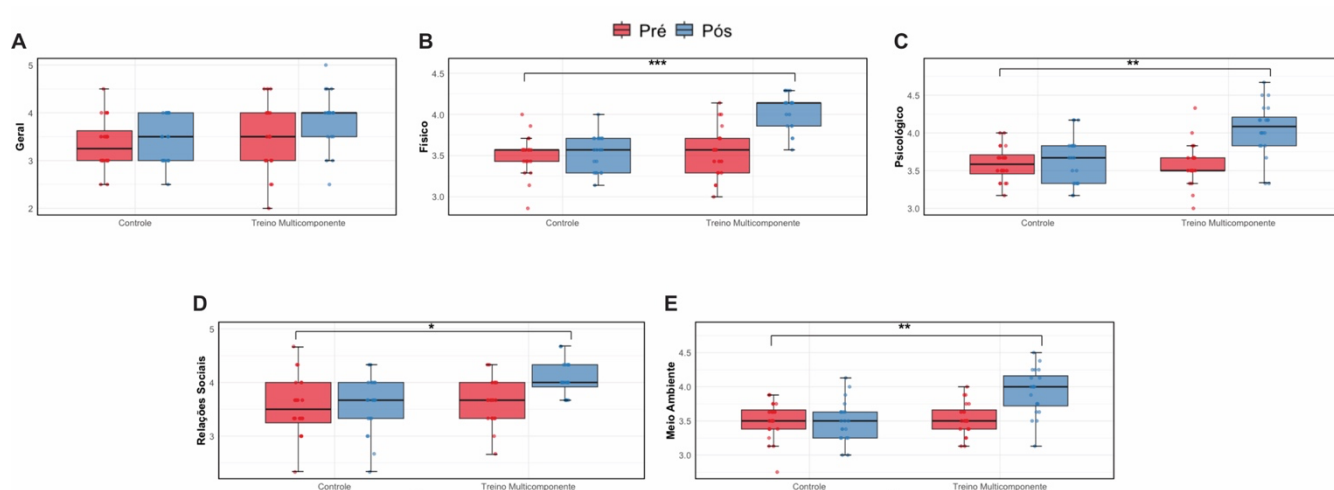


Figura 8. Resultados QdV.

O grupo intervenção apresentou melhora significativa no domínio físico, indicando redução de limitações relacionadas à dor e ao desempenho funcional, enquanto o grupo controle não mostrou alterações relevantes. Também foram observados ganhos no domínio psicológico no grupo intervenção, refletindo avanços na autoestima, no humor e na percepção de bem-estar, ao passo que o grupo controle permaneceu estável. Nos domínios social e ambiental, não foram identificadas diferenças significativas em nenhum dos grupos.

Em síntese, os resultados sugerem que o treino MTC impactou positivamente a qualidade de vida, sobretudo nos domínios físico e psicológico, que estão diretamente associados à autonomia, à autoconfiança e ao bem-estar geral de mulheres em pós-menopausa. Além disso, durante a intervenção, muitas participantes relataram satisfação pessoal e percepção de progresso ao conseguirem aumentar as cargas ou executar os exercícios com maior facilidade, reforçando a relevância clínica do programa para além dos indicadores objetivos avaliados.

5. Discussão

5.1. Composição Óssea e Corporal

A presente dissertação utilizou um delineamento experimental controlado para avaliar os efeitos de um programa de treino MTC na saúde óssea, aptidão funcional e qualidade de vida de mulheres pós-menopáusicas. A divisão dos grupos (GC e GE) foi adequada para comparar os efeitos do treino MTC com a ausência de intervenção.

No domínio da composição corporal e óssea, os resultados revelaram ausência de interações estatisticamente significativas entre grupo e momento para a maioria das variáveis analisadas, com exceção da massa magra. A análise de Brunner-Langer indicou uma interação significativa para essa variável ($ATS = 4,072$, $p = 0,043$), com efeito de tamanho moderado a grande (η^2 parcial = 0,498). Embora o valor de *Cohen's d* tenha sido pequeno ($d = 0,06$), o efeito da interação sugere que o treino MTC contribuiu para a manutenção ou leve incremento da massa magra ao longo do tempo, em contraste com a estabilidade ou leve declínio observado no GC. Esses achados reforçam a potencial eficácia do MTC na preservação da musculatura em mulheres pós-menopáusicas, conforme também relatado por Marín-Cascales et al. (25), que observaram ganhos significativos de massa magra ($d = 0,61$) após implementação de um programa MTC. De forma semelhante, António Monteiro et al. (151), identificaram um aumento significativo na massa magra no grupo submetido ao MTC ($\eta^2 = 0,11$), com redução nos valores no GC, utilizando um protocolo de treino comparável ao adotado no presente estudo. Esses dados reforçam o potencial do treino MTC como estratégia eficaz para a manutenção da composição corporal magra durante a menopausa.

Por outro lado, as demais variáveis de composição corporal não apresentaram interações estatisticamente significativas entre grupo e momento, nem efeitos principais relevantes. Para o IMC, a interação grupo \times tempo não foi significativa ($p = 0,241$), com um efeito de tamanho muito pequeno (*Cohen's d* = 0,06). A massa gorda também não apresentou interação significativa ($p = 0,334$), com $d = 0,06$. A porcentagem de gordura corporal apresentou valores semelhantes ($p = 0,241$; $d = -0,13$), assim como a área corporal total ($p = 0,790$; $d = 0,01$), massa corporal total ($p = 0,297$; $d = -0,09$), e massa magra + conteúdo mineral ósseo ($p = 0,229$; $d = -0,08$), todas com efeitos desprezíveis. Esses resultados sugerem que a intervenção não exerceu impacto mensurável sobre essas variáveis. Em contraste, o estudo de Monteiro et al. (151), em mulheres idosas,

identificou efeitos significativos em várias dessas variáveis. Por exemplo, o IMC apresentou reduções estatisticamente significativas nos grupos MTC, com efeitos de magnitude moderada a alta (η^2 entre 0,25 e 0,28), assim como reduções expressivas na massa gorda e aumentos significativos de massa magra no grupo MTC. Além disso, observou-se aumento significativo da massa óssea nos grupos MTC (η^2 até 0,23), sugerindo que a intervenção aplicada por Monteiro et al. (151), foi mais eficaz na modificação da composição corporal. Diferenças nos protocolos de intervenção, duração do programa, método de mensuração (bioimpedância vs. DEXA) e características da amostra podem explicar os resultados divergentes entre os estudos.

Por outro lado, resultados parcialmente semelhantes aos do presente estudo foram relatados por Forte et al. (101), que conduziram uma intervenção de treino MTC de seis meses com idosos. Embora não tenham sido observadas diferenças estatisticamente significativas na composição corporal entre os momentos pré e pós-intervenção, foram identificados pequenos efeitos sobre a redução da massa gorda ($d = 0,202$) e da gordura visceral ($d = 0,262$), sugerindo um impacto clínico modesto. Essa interação significativa entre grupo e momento para a massa magra ($p = 0,043$; η^2 parcial = 0,498), reforçando o potencial do treino MTC para a preservação da musculatura em mulheres pós-menopáusicas. Ainda que o efeito prático (Cohen's $d = 0,06$) tenha sido pequeno, a significância estatística sugere uma tendência relevante para a manutenção da massa livre de gordura, especialmente diante das limitações funcionais e metabólicas que acompanham a menopausa e o envelhecimento.

No presente estudo, não foram observadas interações estatisticamente significativas entre grupo e momento para os desfechos relacionados à DMO, *T-score* ou *Z-score*, e os tamanhos de efeito observados foram considerados desprezíveis (Cohen's d entre $-0,06$ e $0,00$). Esses achados indicam que o programa de intervenção MTC realizado ao longo de 30 semanas não foi suficiente para induzir alterações mensuráveis nas propriedades ósseas de mulheres pós-menopáusicas.

Resultados contrastantes foram observados em estudos como os de Linhares et al. (19) e Karinkanta et al. (121), que relataram aumentos significativos na DMO da coluna lombar e quadril após 6 a 12 meses de treino MTC, com tamanhos de efeito moderados a grandes (Cohen's d entre 0,34 e 0,94). A mesma forma, o estudo longitudinal conduzido por Savikangas et al. (152), demonstrou que o volume e a intensidade da carga osteogênica são determinantes na preservação da densidade óssea. Especificamente, impactos de alta magnitude ($\geq 2,5$ g) e maior tempo de atividade física

moderada a vigorosa foram positivamente associados à manutenção da DMO ao longo de 12 meses ($\beta = 0,169$ e $\beta = 0,151$, respectivamente). Além disso, a adesão regular ao treino de força foi outro fator associado a mudanças favoráveis em todos os desfechos ósseos avaliados.

Essas diferenças podem ser explicadas por múltiplos fatores, incluindo a maior duração da intervenção, a monitorização detalhada da carga mecânica aplicada (com medições objetivas de impacto), momento da avaliação por densitometria óssea (DEXA) e o foco explícito na intensidade dos estímulos nos estudos anteriores. No presente estudo, tais variáveis não foram quantificadas com o mesmo nível de controle, o que pode ter limitado o potencial osteogênico da intervenção. Além disso, o tempo de intervenção pode ter sido insuficiente para observar alterações estruturais como a DMO, que respondem mais lentamente a estímulos mecânicos. A ausência de controle sobre fatores nutricionais (como ingestão de cálcio e vitamina D) e o viés de adesão também devem ser considerados, uma vez que podem influenciar tanto os desfechos fisiológicos quanto as percepções subjetivas das participantes. Em conjunto, os achados reforçam a necessidade de considerar não apenas o tempo de exposição ao exercício, mas também a natureza do estímulo mecânico aplicado, especialmente sua magnitude e frequência, como elementos-chave para promover adaptações positivas no tecido ósseo de mulheres pós-menopáusicas.

5.2. Aptidão Funcional

Os resultados do presente estudo demonstraram que o programa de treino MTC produziu efeitos estatística e clinicamente significativos sobre diversos componentes da aptidão funcional em mulheres pós-menopáusicas. Foram identificadas interações significativas entre grupo e momento para força de MMSS ($F(1,38) = 42,59$, $p < 0,001$, η^2 parcial = 0,529), força de MMII ($F(1,38) = 75,38$, $p < 0,001$, η^2 parcial = 0,987), flexibilidade de MMSS ($F(1,38) = 19,35$, $p < 0,001$, η^2 parcial = 0,951), flexibilidade de MMII (ATS = 34,23, $p < 0,001$, $d = 0,437$), resistência aeróbica (ATS = 26,42, $p < 0,001$, $d = 0,426$) e agilidade funcional (ATS = 6,79, $p = 0,009$, $d = -0,388$). Esses achados indicam que os efeitos do treino variaram significativamente entre os grupos ao longo do tempo, com destaque para os ganhos expressivos em força muscular (MMII: $d = 1,05$; MMSS: $d = 0,60$) e efeitos moderados em flexibilidade e resistência.

Esses resultados corroboram estudos anteriores que demonstram a eficácia do MTC na promoção da funcionalidade em populações de mulheres envelhecidas. Moradell et al. (153), por exemplo, relataram melhorias significativas na força de preensão manual ($p = 0,010$), força de MMSS e MMII e capacidade aeróbica após seis meses de intervenção, com variabilidade explicada entre 24% e 53% dos escores de qualidade de vida relacionada à saúde. No presente estudo, o GE apresentou aumento de 4,25 repetições na força de MMII, enquanto o GC teve redução de 2,60 repetições, evidenciando o impacto funcional do treino.

Para a flexibilidade, os achados também se mostraram consistentes com a literatura. A flexibilidade de MMII melhorou significativamente no GE ($\Delta = +2,97$ cm), enquanto o GC apresentou declínio ($\Delta = -1,68$ cm), comportamento semelhante ao reportado por Hakestad et al. (122), que observaram redução da flexibilidade as mulheres que não participaram da intervenção física.

Adicionalmente, o estudo de Kistler-Fischbacher et al. (123), descreveu efeitos de magnitude moderada ($d = 0,82$) para força de MMII após MTC, alinhando-se ao presente estudo, que apresentou efeito muito alto ($d = 1,05$). O desempenho em agilidade funcional, avaliado pelo teste “Levantar e Ir”, também melhorou no GE, com redução média de 0,27 segundos no tempo de execução, enquanto o GC apresentou piora. Esses resultados sustentam a aplicabilidade do MTC como estratégia eficaz para preservar a independência funcional.

Monteiro et al. (151), também relataram efeitos significativos e de magnitude moderada a alta nas variáveis de força, flexibilidade, resistência aeróbica e agilidade (η^2 entre 0,24 e 0,28), resultados comparáveis aos obtidos no presente estudo. Embora o estudo de Monteiro tenha incluído uma amostra de mulheres idosas, enquanto o presente trabalho focou exclusivamente em mulheres pós-menopáusicas, os achados convergem quanto à eficácia do MTC na promoção da aptidão funcional.

Resende-Neto et al. (154), reforçam esses achados ao demonstrar melhorias significativas em equilíbrio/agilidade ($p = 0,001$), força muscular ($p = 0,001$) e capacidade cardiorrespiratória ($p = 0,021$) após MTC. No entanto, não observaram efeitos na flexibilidade de MMII, em contraste com o presente estudo, que identificou melhorias significativas tanto para MMII quanto para MMSS. Essa divergência pode estar relacionada ao perfil da amostra, ao protocolo de treino ou aos instrumentos utilizados.

No estudo de Martínez-Carbonell et al. (23), mulheres pós-menopáusicas foram submetidas a um programa de treino MTC de 12 semanas, realizado 2 ou 3 vezes por semana, com sessões compostas por exercícios de força, equilíbrio, aeróbicos e flexibilidade. Os resultados revelaram ganhos substanciais na força isométrica de MMII ($p = 0,004$; ES = 0,96) e MMSS ($p = 0,001$; ES = 1,19), além de melhora no equilíbrio ($p < 0,001$; ES até 0,52). O presente estudo corrobora esses achados ao evidenciar efeitos moderados a altos nas mesmas variáveis, além de ganhos adicionais em resistência aeróbica e flexibilidade.

Por fim, Sobrinho et al. (155), e Caldas et al. (156), também observaram melhorias significativas em força, agilidade e equilíbrio após intervenções de treino MTC. No estudo de Sobrinho et al. (155), mulheres entre 60 e 70 anos participaram de uma intervenção com duração de 14 semanas, com duas sessões semanais, destacando interações grupo \times tempo com elevada significância ($p < 0,001$) em força de MMSS e MMII, tal como identificado neste estudo. Já Caldas et al. (156), investigaram os efeitos de um programa de 16 semanas em mulheres de meia idade (média de 51,8 anos), e identificaram aumentos de 16% a 20% em força e agilidade. No entanto não foram observadas melhorias em flexibilidade, o que contrasta com os dados aqui observados, nos quais houve ganhos estaticamente significativos em flexibilidade de MMSS e MMII.

Em conjunto, os achados do presente estudo reforçam que programas estruturados de MTC, mesmo com duração de 30 semanas, são eficazes na promoção de ganhos relevantes em força, flexibilidade, resistência e agilidade funcional em mulheres pós-menopáusicas. As evidências apresentadas sustentam o papel do MTC como uma abordagem segura, acessível e impactante na prevenção da fragilidade e na manutenção da autonomia funcional em populações envelhecidas.

5.3. Bem-estar e QdV

Os resultados do presente estudo demonstram que o programa de treino MTC teve impacto estatística e clinicamente relevante sobre diferentes domínio da QdV em mulheres pós-menopáusicas. Foram observadas interações significativas entre grupo e momento para os domínios físico (ATS = 17,38, $p < 0,001$; $d = 1,88$), psicológico (F (1,38) = 9,88, $p = 0,002$; $\eta^2 = 0,908$), e meio ambiente (F (1,38) = 9,28, $p = 0,003$; $\eta^2 = 0,903$), com melhorias consistentes no grupo intervenção. O domínio geral também

apresentou melhora significativa ao longo do tempo ($ATS = 4,46$, $p = 0,03$; $d = 0,71$), e embora a interação não tenha sido significativa para o domínio de relações sociais ($p = 0,50$), o tamanho do efeito foi substancial ($d = 1,27$), sugerindo impacto clínico relevante.

Esses achados estão alinhados com os resultados de Saldía et al. (20), que relataram melhorias significativas em todas os domínios do SF-36 após intervenção física, com tamanhos de efeito moderados ($\eta^2 = 0,126-0,263$). Apesar do uso de instrumentos distintos (WHOQOL-Bref vs. SF-36), ambos os estudos evidenciam que o exercício físico estruturado promove benefícios transversais, especialmente nas percepções de saúde física e bem-estar emocional.

De modo semelhante, Moradell et al. (153), demonstraram que alterações em força muscular e capacidade aeróbica explicaram até 36% da variabilidade nos escores de QdV (EQ-5D-3L), o que também se observa no presente estudo, considerando os elevados tamanhos de efeito nos domínios físico ($d = 1,88$) e psicológico ($d = 1,27$). No entanto os autores também destacam que tais ganhos podem regredir após interrupção da prática, evidenciando o impacto do destreinamento (*detraining*) sobre a saúde física e mental em indivíduos envelhecidos. O destreinamento em programas MTC tem sido associado à perda parcial dos ganhos funcionais e à deterioração de indicadores de saúde, como composição corporal e força muscular, sobretudo quando a prática não é mantida de forma sistemática e supervisionada (21,102,157–160). Embora não existam evidências diretas relacionando o destreinamento à redução da QdV ou bem-estar em mulheres pós-menopáusicas, a perda dessas capacidades físicas e estruturais pode comprometer a autonomia, a funcionalidade e, conseqüentemente, impactar negativamente a percepção de QdV. Esses achados reforçam a importância de intervenções contínuas ou estratégias de manutenção para preservar os efeitos positivos do MTC a longo prazo.

A melhora nos escores de QdV pode ser atribuída não apenas a benefícios fisiológicos, mas também a componentes sociais e emocionais da intervenção (94,161–163). Conforme apontado por Bondarev et al. (162), a prática regular de exercício reduz sintomas depressivos e ansiosos, comuns na pós-menopausa, enquanto Stevens et al. (161), enfatizam o papel do suporte social na adesão e no bem-estar percebido. No presente estudo, a estrutura grupal e o caráter supervisionado da intervenção podem ter potencializado tais efeitos.

Em contraste, o estudo de Encarnação et al. (164), que comparou mulheres idosas participantes de um programa estruturado de exercícios MTC (EM = 24) com aquelas engajadas em atividades físicas auto selecionadas (AF = 24), não encontrou diferenças estatisticamente significativas entre grupos para o escore global de QdV nem para domínios específicos do WHOQOL-OLD. Diferentemente, o presente estudo observou interações significativas nos domínios físico ($p < 0,001$), psicológico ($p = 0,002$) e meio ambiente ($p = 0,003$), além de efeitos práticos relevantes em relações sociais ($d = 1,27$) e no domínio geral ($d = 0,71$). Essas discrepâncias podem estar associadas à duração da intervenção, à intensidade dos estímulos ou ao perfil demográfico das participantes.

Comparando com o estudo de Fraga (165), que observou efeitos limitados ($p = 0,049$ no escore global), o presente trabalho demonstrou efeitos mais amplos e consistentes. Fraga identificou diferenças em domínios como “Participação Social” e “Morte e Morrer”, sem interações significativas, exceto em “Autonomia”. Já aqui, os efeitos do MTC foram mensuráveis em múltiplos domínios, o que pode ser atribuído ao maior tempo de intervenção (30 semanas vs. 12 semanas) e ao enfoque psicofísico do protocolo.

Corroborando os achados, Izquierdo et al. (166), observaram melhorias duradouras em bem-estar mental e saúde geral após uma intervenção física em mulheres na pós-menopausa. Embora o presente estudo não tenha incluído domínios como sexualidade e intimidade, os ganhos em bem-estar geral, físico e psicológico reforçam o impacto positivo de intervenções MTC sobre a percepção de saúde e QdV nessa população.

Um aspecto relevante observado no presente estudo foi a percepção positiva das participantes em relação à sua própria evolução funcional e física ao longo das 30 semanas. Essa percepção subjetiva de progresso contribuiu para aumentar a motivação e o engajamento, indicando que intervenções dessa natureza têm potencial não apenas para gerar benefícios fisiológicos, mas também para promover ganhos psicossociais, como autoestima e bem-estar (167). Tal achado reforça a importância clínica do exercício multicomponente como estratégia sustentável para mulheres em pós-menopausa.

5.4. Treino MTC vs Modalidade Isolada de Treino

Em comparação com estudos prévios, os achados confirmam que intervenções MTC são superiores a modalidades isoladas de exercício para a promoção da saúde das mulheres pós-menopáusicas (23,25). No entanto, a heterogeneidade nas modalidades e intensidades dos programas de treino descritos na literatura dificulta comparações diretas. Por exemplo, enquanto alguns estudos utilizam exclusivamente exercícios de resistência com altas cargas, outros incluem atividades de impacto, sugerindo que a variabilidade metodológica pode influenciar os resultados (168). Os achados do presente estudo confirmam que programas de treino MTC são eficazes para promover ganhos expressivos na aptidão funcional e em diversos domínios da QdV em mulheres pós-menopáusicas, com efeitos de grande magnitude observados na força de MMII ($d = 1,05$; $\eta^2 = 0,987$), MMSS ($d = 0,60$; $\eta^2 = 0,529$), além de melhorias moderadas em flexibilidade e resistência aeróbica. No entanto, os ganhos sobre a DMO foram limitados e não atingiram significância estatística, sugerindo que o MTC, tal como aplicado neste estudo, pode ser mais eficaz para a funcionalidade geral do que para alterações estruturais ósseas.

Estudos prévios indicam que modalidades isoladas, com foco em estímulos de alta intensidade e impacto, podem ser mais eficazes para promover adaptações osteomusculares específicas. Por exemplo, Watson et al. (169) demonstraram que o protocolo HiRIT (*High Intensity Resistance and Impact Training*) resultou em aumentos significativos na DMO da coluna lombar (+2,9%) e do colo do fêmur (+0,3%), enquanto o GC apresentou perdas ósseas ($p < 0,001$). Além disso, o HiRIT proporcionou melhorias robustas na força, equilíbrio e desempenho funcional, atribuídas à alta intensidade ($\geq 80\%$ de 1RM) e aos impactos mecânicos direcionados. Apesar de sua eficácia, esse protocolo exige alto grau de supervisão e apresenta risco aumentado de lesão, tornando-o menos viável para populações frágeis ou com baixa tolerância à carga. O MTC, por sua vez, representa uma abordagem mais segura, acessível e abrangente, especialmente adequada para contextos comunitários ou clínicos com menor infraestrutura.

De forma semelhante, Villareal et al. (170), compararam os efeitos isolados e combinados do exercício aeróbico e resistido em adultos mais velhos com obesidade. Embora todos os grupos tenham reduzido peso corporal ($\sim 9\%$), o grupo de resistência e o combinado apresentaram menor perda de DMO e massa magra em comparação ao

grupo exclusivamente aeróbico. Isso reforça o papel da carga mecânica no combate à osteopenia e sarcopenia, resultado compatível com os dados do presente estudo, onde o grupo MTC preservou massa magra e melhorou significativamente a funcionalidade, apesar da ausência de impacto relevante sobre a DMO.

O estudo de Welsh et al. (171), também mostrou que intervenções aeróbicas estruturadas de alto impacto promovem efeitos osteogênicos, com aumento da DMO do trocânter femoral (+2,2%; $p = 0,02$) após 12 meses de intervenção. Em contraste, o presente estudo, com 30 semanas de duração e intensidade moderada, não identificou alterações na DMO, embora tenha promovido ganhos funcionais relevantes. As diferenças podem ser atribuídas à maior duração e frequência dos treinos no estudo de Welsh, além da presença de estímulos osteogênicos mais intensos.

Já Bemben et al. (172), compararam o treino resistido tradicional com e sem vibração de corpo inteiro (WBVR) por 8 meses. Embora não tenham observado alterações significativas na DMO, ambos os grupos obtiveram ganhos expressivos de força muscular (23% a 138%), com destaque para o grupo WBVR. O presente estudo apresentou ganhos semelhantes em força muscular, com ênfase na funcionalidade global e na QdV, sugerindo que o MTC pode ser uma alternativa eficaz, embora menos específica, para populações com menor demanda neuromuscular.

Em resumo, a literatura sugere que a superioridade do MTC está na sua aplicabilidade ampla, segurança e impacto positivo em múltiplos domínios da funcionalidade e bem-estar. No entanto, quando o foco é a preservação ou ganho de DMO, modalidades específicas como o HiRIT, o treino resistido de alta intensidade ou programas de impacto controlado parecem mais eficazes. A escolha da modalidade deve, portanto, ser guiada pelos objetivos terapêuticos, perfil da paciente e recursos disponíveis. O MTC, portanto, configura-se como uma estratégia de intervenção abrangente, segura e de alta aplicabilidade prática, especialmente indicada para a promoção da funcionalidade global e da QdV em mulheres pós-menopáusicas.

5.5. Aplicações

Os achados do presente estudo evidenciam que programas de treino MTC mesmo com duração moderada e realizados em contextos comunitários ou clínicos, podem promover ganhos relevantes na aptidão funcional e na QdV de mulheres em pós-menopausa. A melhora observada em força muscular, agilidade, flexibilidade,

resistência aeróbica e nos domínios físico e psicológico da QdV reforça o potencial do MTC como estratégia segura, acessível e eficaz na promoção da saúde em populações envelhecidas.

Do ponto de vista prático, o MTC pode ser integrado a programas de saúde pública e políticas de envelhecimento ativo, sobretudo em centros de saúde, unidades básicas e grupos de convivência. Sua natureza versátil — que combina componentes de força, equilíbrio, mobilidade e socialização — o torna uma ferramenta valiosa para prevenir fragilidade, manter a independência funcional e reduzir o risco de quedas e incapacidades. Os benefícios psicossociais observados sugerem ainda que esse modelo pode favorecer o bem-estar emocional e a adesão em longo prazo, aspectos determinantes para a sustentabilidade de programas em populações idosas.

Outro ponto relevante foi a adoção da progressão autorregulada associada à RPE, que favoreceu a autonomia das participantes no ajuste de cargas. Esse recurso aumentou o engajamento, a autoconfiança e a percepção de evolução ao longo das sessões.

Contudo, para ampliar os efeitos sobre a DMO desfecho central no contexto da pós-menopausa — recomenda-se incluir estímulos com maior carga mecânica e impacto osteogênico, como saltos controlados, pliometria leve ou segmentos do tipo HiRIT. A inserção progressiva desses elementos pode potencializar o efeito osteogênico do MTC sem comprometer a segurança e a aplicabilidade clínica.

5.6. Limitações

Apesar dos resultados promissores, algumas limitações devem ser consideradas. Primeiramente, o tamanho amostral reduzido ($n = 40$) limita a potência estatística e restringe a generalização dos achados. Além disso, a inclusão de participantes voluntárias pode ter introduzido viés de adesão, privilegiando mulheres mais motivadas ou com melhores condições de saúde.

A heterogeneidade etária (55 a 85 anos) constitui outro fator limitante, pois diferenças de quase três décadas podem ter influenciado os resultados, dado que mulheres mais jovens tendem a apresentar maior preservação da DMO e da função física. A ausência de avaliação prévia do nível habitual de atividade física também representa uma limitação, pois impediu o controle de potenciais variáveis de confusão.

Outro ponto crítico foi a utilização da DXA em momentos não uniformes, já que algumas participantes possuíam exames recentes no início do estudo. Essa variabilidade temporal pode ter reduzido a sensibilidade para detectar alterações estruturais. A ausência de controle nutricional, sobretudo quanto à ingestão de cálcio e vitamina D, também pode ter impactado os desfechos de composição óssea e corporal.

O acompanhamento de 30 semanas, embora suficiente para evidenciar ganhos funcionais e de QdV, pode ter sido insuficiente para observar alterações expressivas na DMO, que demandam períodos mais prolongados de estímulo mecânico.

Apesar dessas limitações, o estudo apresenta pontos fortes relevantes: a taxa de adesão e retenção de 100% das participantes demonstra elevado comprometimento, reforçando a viabilidade e a aplicabilidade do programa. Por fim, os resultados refletem especificamente a realidade de mulheres portuguesas em pós-menopausa, o que, embora limite a generalização, amplia a pertinência para políticas de saúde no contexto nacional.

5.7. Perspectivas futuras

Com base nos achados e limitações, algumas direções para pesquisas futuras podem ser destacadas. Recomenda-se a realização de avaliações seriadas por DXA (pré, durante e pós-intervenção), de modo a monitorar de forma mais precisa os efeitos do exercício sobre a DMO. A integração com unidades locais de saúde poderia ampliar o impacto prático, viabilizando encaminhamento direto de mulheres para programas supervisionados e fortalecendo a ligação entre cuidados clínicos e exercício físico.

Outra perspectiva relevante consiste em comparar modalidades presenciais e online. Essa abordagem permitiria avaliar diferenças em termos de adesão, eficácia e aplicabilidade, além de possibilitar o acesso de mulheres que enfrentam barreiras de deslocamento. Estudos com maior duração e amostras mais amplas também são necessários para confirmar e expandir os efeitos observados, especialmente sobre desfechos ósseos.

6. Conclusão

O presente estudo demonstrou que o treino MTC é uma intervenção eficaz para promover melhorias significativas na aptidão funcional e na QdV de mulheres pós-menopáusicas. Foram observados ganhos relevantes em força muscular, flexibilidade, resistência aeróbica, agilidade funcional e nos domínios físico e psicológico da QdV no grupo intervenção, em comparação ao grupo controle. Embora não tenham sido identificadas alterações estatisticamente significativas na DMO, os resultados sugerem que o MTC pode contribuir para a preservação da massa magra, representando um importante aliado na prevenção da sarcopenia. Esses achados reforçam o potencial do MTC como uma estratégia segura, acessível e multidimensional para promover o envelhecimento saudável e funcional dessa população.

7. Referências

1. Guo J, Huang X, Dou L, Yan M, Shen T, Tang W, et al. Aging and aging-related diseases: from molecular mechanisms to interventions and treatments. *Signal Transduct Target Ther*. 2022 Dec 16;7(1):1–40.
2. Dziechciaż M, Filip R. Biological psychological and social determinants of old age: bio-psycho-social aspects of human aging. *Ann Agric Environ Med AAEM*. 2014;21(4):835–8.
3. El Khoudary SR, Greendale G, Crawford SL, Avis NE, Brooks MM, Thurston RC, et al. The menopause transition and women’s health at midlife: a progress report from the Study of Women’s Health Across the Nation (SWAN). *Menopause N Y N*. 2019 Sept 23;26(10):1213–27.
4. Davis SR, Pinkerton J, Santoro N, Simoncini T. Menopause—Biology, consequences, supportive care, and therapeutic options. *Cell*. 2023 Sept 14;186(19):4038–58.
5. Santoro N, Epperson CN, Mathews SB. Menopausal Symptoms and Their Management. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2015 Sept;44(3):497–515.
6. Santoro N, Roeca C, Peters BA, Neal-Perry G. The Menopause Transition: Signs, Symptoms, and Management Options. *J Clin Endocrinol Metab*. 2021 Jan 1;106(1):1–15.
7. Nordin BE. The definition and diagnosis of osteoporosis. *Calcif Tissue Int*. 1987 Feb;40(2):57–8.
8. Sözen T, Özışık L, Başaran NÇ. An overview and management of osteoporosis. *Eur J Rheumatol*. 2017 Mar;4(1):46–56.
9. Sternfeld B, Dugan S. Physical Activity and Health During the Menopausal Transition. *Obstet Gynecol Clin North Am*. 2011 Sept;38(3):537–66.
10. Benedetti MG, Furlini G, Zati A, Letizia Mauro G. The Effectiveness of Physical Exercise on Bone Density in Osteoporotic Patients. *BioMed Res Int*. 2018;2018:4840531.
11. Wickramarachchi B, Torabi MR, Perera B. Effects of Physical Activity on Physical Fitness and Functional Ability in Older Adults. *Gerontol Geriatr Med*. 2023 Feb 23;9:23337214231158476.
12. Anderson E, Durstine JL. Physical activity, exercise, and chronic diseases: A brief review. *Sports Med Health Sci*. 2019 Sept 10;1(1):3–10.
13. Martínez-Vizcaíno V, Cavero-Redondo I, Reina-Gutiérrez S, Gracia-Marco L, Gil-Cosano JJ, Bizzozero-Peroni B, et al. Comparative effects of different types of exercise on health-related quality of life during and after active cancer treatment: A systematic review and network meta-analysis. *J Sport Health Sci*. 2023 Nov 1;12(6):726–38.
14. Forsyth F, Soh CL, Elks N, Lin H, Bailey K, Rowbotham S, et al. Exercise Modalities in Multi-Component Interventions for Older adults with Multi-Morbidity: A Systematic Review and Narrative Synthesis. *J Frailty Aging*. 2024 Nov 1;13(4):341–8.
15. Wang Z, Zan X, Li Y, Lu Y, Xia Y, Pan X. Comparative efficacy different resistance training protocols on bone mineral density in postmenopausal women: A systematic review and network meta-analysis. *Front Physiol*. 2023 Feb 7;14:1105303.
16. Jayedi A, Soltani S, Emadi A, Zargar MS, Najafi A. Aerobic Exercise and Weight Loss in Adults: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis. *JAMA Netw Open*. 2024 Dec 2;7(12):e2452185.

17. Sadaqa M, Németh Z, Makai A, Prémusz V, Hock M. Effectiveness of exercise interventions on fall prevention in ambulatory community-dwelling older adults: a systematic review with narrative synthesis. *Front Public Health*. 2023;11:1209319.
18. Labata-Lezaun N, González-Rueda V, Llurda-Almuzara L, López-de-Celis C, Rodríguez-Sanz J, Bosch J, et al. Effectiveness of multicomponent training on physical performance in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*. 2023 Jan;104:104838.
19. Linhares DG, Borba-Pinheiro CJ, de Castro JBP, dos Santos AOB, dos Santos LL, Cordeiro L de S, et al. Effects of Multicomponent Exercise Training on the Health of Older Women with Osteoporosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Oct 30;19(21):14195.
20. Jofré-Saldía E, Villalobos-Gorigoitia Á, Cofré-Bolados C, Ferrari G, Gea-García G. Multicomponent Training in Progressive Phases Improves Functional Capacity, Physical Capacity, Quality of Life, and Exercise Motivation in Community-Dwelling Older Adults: a Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2023;20(3). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-02523624/full>
21. Carvalho M, Marques E, Mota J. Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology*. 2009;55(1):41-48.
22. Izquierdo M, Cadore EL. Multicomponent exercise with power training: A vital intervention for frail older adults. *J Nutr Health Aging*. 2024 Apr;28(4):100008.
23. Martínez-Carbonell E, López-Vivancos A, Romero-Arenas S, Borges-Silva F, Marcos-Pardo PJ, González-Gálvez N, et al. Impact of Multicomponent Training Frequency on Health and Fitness Parameters in Postmenopausal Women: A Comparative Study. *Healthcare*. 2024 Jan;12(19):1980.
24. Ramadhana DR, Putra RP, Sibarani MA, Sulistiawati S, Sari DR, Rejeki PS, et al. Short-term multicomponent exercise training improves executive function in postmenopausal women. *PLOS ONE*. 2024 Aug 14;19(8):e0307812.
25. Marín-Cascales E, Alcaraz PE, Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias JA. Effects of multicomponent training on lean and bone mass in postmenopausal and older women: a systematic review. *Menopause N Y N*. 2018 Mar;25(3):346–56.
26. Sadaqa M, Debes W, Németh Z, Bera-Baka Z, Vachtler-Szepesi M, Nácziné Földes L, et al. Multicomponent Exercise Intervention for Preventing Falls and Improving Physical Functioning in Older Nursing Home Residents: a Single-Blinded Pilot Randomised Controlled Trial. *J Clin Med* [Internet]. 2024;13(6). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-02679468/full>
27. Sobrinho AC da S, Almeida ML de, Rodrigues G da S, Finzeto LC, Silva VRR, Bernatti RF, et al. Effect of Flexibility Training Associated with Multicomponent Training on Posture and Quality of Movement in Physically Inactive Older Women: A Randomized Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Oct 13;18(20):10709.
28. Rossi F, Diniz T, Neves L, Fortaleza A, Gerosa-Neto J, Inoue D, et al. The beneficial effects of aerobic and concurrent training on metabolic profile and body composition after detraining: a 1-year follow-up in postmenopausal women. *Eur J Clin Nutr*. 2017;71(5):638-645.
29. Gonzalo-Encabo P, McNeil J, Boyne D, Courneya K, Friedenreich C. Dose-response effects of exercise on bone mineral density and content in post-menopausal women. *Scand J Med Sci Sports*. 2019;29(8):1121-1129.

30. Weiss EP, Jordan RC, Frese EM, Albert SG, Villareal DT. Effects of Weight Loss on Lean Mass, Strength, Bone, and Aerobic Capacity. *Med Sci Sports Exerc.* 2017 Jan;49(1):206–17.
31. Peacock K, Carlson K, Ketvertis KM. Menopause. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cited 2025 Feb 14]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507826/>
32. Schwenkhagen A. Hormonal changes in menopause and implications on sexual health. *J Sex Med.* 2007 Mar;4 Suppl 3:220–6.
33. Delamater L, Santoro N. Management of the Perimenopause. *Clin Obstet Gynecol.* 2018 Sept;61(3):419–32.
34. Opoku AA, Abushama M, Konje JC. Obesity and menopause. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2023 June 1;88:102348.
35. Shieh A, Ruppert KM, Greendale GA, Lian Y, Cauley JA, Burnett-Bowie SA, et al. Associations of Age at Menopause With Postmenopausal Bone Mineral Density and Fracture Risk in Women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2022 Jan 18;107(2):e561–9.
36. Carlson K, Nguyen H. Genitourinary Syndrome of Menopause. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cited 2025 Feb 14]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559297/>
37. Menopausal Hormone Therapy and Cancer Risk | American Cancer Society [Internet]. [cited 2025 Feb 14]. Available from: <https://www.cancer.org/cancer/risk-prevention/medical-treatments/menopausal-hormone-replacement-therapy-and-cancer-risk.html>
38. Alblooshi S, Taylor M, Gill N. Does menopause elevate the risk for developing depression and anxiety? Results from a systematic review. *Australas Psychiatry.* 2023 Apr;31(2):165–73.
39. Lu C bo, Liu P fei, Zhou Y sheng, Meng F cheng, Qiao T yun, Yang X jiang, et al. Musculoskeletal Pain during the Menopausal Transition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neural Plast.* 2020 Nov 25;2020:8842110.
40. Leventhal JL. Management of Libido Problems in Menopause. *Perm J.* 2000;4(3):29–34.
41. Epperson CN, Sammel MD, Freeman EW. Menopause Effects on Verbal Memory: Findings From a Longitudinal Community Cohort. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013 Sept;98(9):3829–38.
42. Florencio-Silva R, Sasso GR da S, Sasso-Cerri E, Simões MJ, Cerri PS. Biology of Bone Tissue: Structure, Function, and Factors That Influence Bone Cells. *BioMed Res Int.* 2015;2015:421746.
43. Lerebours C, Weinkamer R, Roschger A, Buenzli PR. Mineral density differences between femoral cortical bone and trabecular bone are not explained by turnover rate alone. *Bone Rep.* 2020 Dec 1;13:100731.
44. Kim JM, Lin C, Stavre Z, Greenblatt MB, Shim JH. Osteoblast-Osteoclast Communication and Bone Homeostasis. *Cells.* 2020 Sept 10;9(9):2073.
45. Chen X, Wang Z, Duan N, Zhu G, Schwarz EM, Xie C. Osteoblast-Osteoclast Interactions. *Connect Tissue Res.* 2018 Mar;59(2):99–107.
46. Iqbal J, Zaidi M. Understanding Estrogen Action during Menopause. *Endocrinology.* 2009 Aug;150(8):3443–5.
47. Kenkre J, Bassett J. The bone remodelling cycle. *Ann Clin Biochem.* 2018 May 1;55(3):308–27.
48. Shen Y, Huang X, Wu J, Lin X, Zhou X, Zhu Z, et al. The Global Burden of Osteoporosis, Low Bone Mass, and Its Related Fracture in 204 Countries and Territories, 1990-2019. *Front Endocrinol.* 2022 May 20;13:882241.

49. Carvalho MJ, Moreira F, Pinho C, Cruz A. Estudo da Osteoporose em mulheres portuguesas com mais de 50 anos: Análise dos fatores de risco e adesão à terapêutica. *Millenium - J Educ Technol Health*. 2016;(1):163–72.
50. Cosman F, Beur SJ de, LeBoff MS, Lewiecki EM, Tanner B, Randall S, et al. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2014 Aug 15;25(10):2359.
51. Gali JC. Osteoporose. *Acta Ortopédica Bras*. 2001 June;9:53–62.
52. Kanis JA, Melton LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltsev N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res*. 1994 Aug;9(8):1137–41.
53. Amarnath SS, Kumar V, Das SL. Classification of Osteoporosis. *Indian J Orthop*. 2023 Dec 1;57(1):49–54.
54. Dobbs MB, Buckwalter J, Saltzman C. Osteoporosis: The Increasing Role of the Orthopaedist. *Iowa Orthop J*. 1999;19:43.
55. Riggs BL, Melton LJ. Evidence for two distinct syndromes of involuntional osteoporosis. *Am J Med*. 1983 Dec;75(6):899–901.
56. Risk factors | International Osteoporosis Foundation [Internet]. [cited 2024 Nov 5]. Available from: <https://www.osteoporosis.foundation/health-professionals/about-osteoporosis/risk-factors>
57. Scafoglieri A, Clarys JP. Dual energy X-ray absorptiometry: gold standard for muscle mass? *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2018 Aug;9(4):786–7.
58. Blake GM, Fogelman I. The role of DXA bone density scans in the diagnosis and treatment of osteoporosis. *Postgrad Med J*. 2007 Aug;83(982):509–17.
59. Heilmeyer U, Youm J, Torabi S, Link TM. Osteoporosis Imaging in the Geriatric Patient. *Curr Radiol Rep*. 2016 Apr;4(4):18.
60. Krugh M, Langaker MD. Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2024 Nov 5]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519042/>
61. Chaves LGC de M, Gonçalves TJM, Bitencourt AGV, Rstom RA, Pereira TR, Velludo SF. Avaliação da composição corporal pela densitometria de corpo inteiro: o que os radiologistas precisam saber. *Radiol Bras*. 2022 Aug 26;55:305–11.
62. Sheu A, Diamond T. Bone mineral density: testing for osteoporosis. *Aust Prescr*. 2016 Apr;39(2):35–9.
63. Lee J, Vasikaran S. Current Recommendations for Laboratory Testing and Use of Bone Turnover Markers in Management of Osteoporosis. *Ann Lab Med*. 2012 Mar;32(2):105–12.
64. Greenblatt MB, Tsai JN, Wein MN. Bone Turnover Markers in the Diagnosis and Monitoring of Metabolic Bone Disease. *Clin Chem*. 2017 Feb;63(2):464–74.
65. Lewiecki EM. Osteoporosis: Clinical Evaluation. In: Feingold KR, Anawalt B, Blackman MR, Boyce A, Chrousos G, Corpas E, et al., editors. *Endotext* [Internet]. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000 [cited 2025 Mar 18]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279049/>
66. Zhu J, March L. Treating osteoporosis: risks and management. *Aust Prescr*. 2022 Oct 4;45(5):150.
67. Chen C, Chang C, Lee S, Chen Y, Tang S, Cheng C, et al. Is rehabilitation intervention during hospitalization enough for functional improvements in patients undergoing lumbar decompression surgery? A prospective randomized controlled study. *Clin Neurol Neurosurg*. 2015;129 Suppl 1(S1):S41-6.

68. Vannucci L, Fossi C, Quattrini S, Guasti L, Pampaloni B, Gronchi G, et al. Calcium Intake in Bone Health: A Focus on Calcium-Rich Mineral Waters. *Nutrients*. 2018 Dec 5;10(12):1930.
69. Laird E, Ward M, McSorley E, Strain JJ, Wallace J. Vitamin D and Bone Health; Potential Mechanisms. *Nutrients*. 2010 July 5;2(7):693–724.
70. Voulgaridou G, Papadopoulou SK, Detopoulou P, Tsoumana D, Giaginis C, Kondyli FS, et al. Vitamin D and Calcium in Osteoporosis, and the Role of Bone Turnover Markers: A Narrative Review of Recent Data from RCTs. *Diseases*. 2023 Feb 8;11(1):29.
71. Oladapo BI, Ismail SO, Kayode JF, Ikumapayi OM. Piezoelectric effects on bone modeling for enhanced sustainability. *Mater Chem Phys*. 2023 Sept 1;305:127960.
72. Mohsenian R, Matin Nazar A, Ranjbar F, Saberian M, Yang P, Li W, et al. Triboelectric and piezoelectric materials for smart health in human-integrated healthcare systems. *MRS Commun*. 2024 Aug 1;14(4):460–79.
73. Yang C, Ji J, Lv Y, Li Z, Luo D. Application of Piezoelectric Material and Devices in Bone Regeneration. *Nanomaterials*. 2022 Dec 9;12(24):4386.
74. Hong AR, Kim SW. Effects of Resistance Exercise on Bone Health. *Endocrinol Metab*. 2018 Dec;33(4):435–44.
75. Simões D, Craveiro V, Santos MP, Camões M, Pires B, Ramos E. The effect of impact exercise on bone mineral density: A longitudinal study on non-athlete adolescents. *Bone*. 2021 Dec 1;153:116151.
76. Wu MC, Nfor ON, Ho CC, Lu WY, Liaw YP. The association between different impact exercises and osteoporosis: an analysis of data from the Taiwan biobank. *BMC Public Health*. 2024 July 15;24(1):1881.
77. Chang X, Xu S, Zhang H. Regulation of bone health through physical exercise: Mechanisms and types. *Front Endocrinol*. 2022 Dec 7;13:1029475.
78. Khosla S, Oursler MJ, Monroe DG. Estrogen and the Skeleton. *Trends Endocrinol Metab TEM*. 2012 Nov;23(11):576–81.
79. Charde SH, Joshi A, Raut J. A Comprehensive Review on Postmenopausal Osteoporosis in Women. *Cureus*. 15(11):e48582.
80. Daniels AM, Theelen LMA, Wyers CE, Janzing HMJ, van Rietbergen B, Vranken L, et al. Bone Microarchitecture and Distal Radius Fracture Pattern Complexity. *J Orthop Res*. 2019 Aug;37(8):1690–7.
81. Wolinsky FD, Fitzgerald JF, Stump TE. The effect of hip fracture on mortality, hospitalization, and functional status: a prospective study. *Am J Public Health*. 1997 Mar;87(3):398–403.
82. Rani J, Swati S, Meeta M, Singh SH, Tanvir T, Madan A. Postmenopausal Osteoporosis: Menopause Hormone Therapy and Selective Estrogen Receptor Modulators. *Indian J Orthop*. 2023 Dec 7;57(Suppl 1):105–14.
83. Shojaa M, von Stengel S, Kohl M, Schoene D, Kemmler W. Effects of dynamic resistance exercise on bone mineral density in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis with special emphasis on exercise parameters. *Osteoporos Int*. 2020 Aug 1;31(8):1427–44.
84. Kistler-Fischbacher M, Weeks BK, Beck BR. The effect of exercise intensity on bone in postmenopausal women (part 2): A meta-analysis. *Bone*. 2021 Feb 1;143:115697.
85. Kitagawa T, Hiraya K, Denda T, Yamamoto S. A comparison of different exercise intensities for improving bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis: A systematic review and meta-analysis. *Bone Rep*. 2022 Dec 1;17:101631.

86. Zhang S, Huang X, Zhao X, Li B, Cai Y, Liang X, et al. Effect of exercise on bone mineral density among patients with osteoporosis and osteopenia: A systematic review and network meta-analysis. *J Clin Nurs*. 2022 Aug;31(15–16):2100–11.
87. Cui W, Li D, Jiang Y, Gao Y. Effects of exercise based on ACSM recommendations on bone mineral density in individuals with osteoporosis: a systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials. *Front Physiol* [Internet]. 2023 July 17 [cited 2024 Nov 14];14. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2023.1181327/full>
88. Mishra N, Mishra VN, Devanshi. Exercise beyond menopause: Dos and Don'ts. *J -Life Health*. 2011;2(2):51–6.
89. Khiyali Z, Rashedi V, Tavacol Z, Dehghan A, Bijani M. Smoking, alcohol consumption, drug abuse, and osteoporosis among older adults: a cross-sectional study on PERSIAN cohort study in Fasa. *BMC Geriatr*. 2024 Jan 22;24(1):80.
90. Anupama DS, Noronha JA, Acharya KK, Prabhu M, Ravishankar N, Nayak BS. Effect of Lifestyle Modification Intervention Programme on Bone Mineral Density among Postmenopausal Women with Osteoporosis. *Sultan Qaboos Univ Med J*. 2023 Aug 28;23(3):387.
91. Brooke-Wavell K, Skelton DA, Barker KL, Clark EM, De Biase S, Arnold S, et al. Strong, steady and straight: UK consensus statement on physical activity and exercise for osteoporosis. *Br J Sports Med*. 2022 Aug;56(15):837–46.
92. Hinton PS, 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*. 2015 Oct;79:203–12.
93. Saravanakumar P, Higgins IJ, van der Riet PJ, Marquez J, Sibbritt D. The influence of tai chi and yoga on balance and falls in a residential care setting: A randomised controlled trial. *Contemp Nurse*. 2014;48(1):76–87.
94. Mahindru A, Patil P, Agrawal V. Role of Physical Activity on Mental Health and Well-Being: A Review. *Cureus*. 15(1):e33475.
95. Pinckard K, Baskin KK, Stanford KI. Effects of Exercise to Improve Cardiovascular Health. *Front Cardiovasc Med*. 2019 June 4;6:69.
96. Zhao R, Zhang M, Zhang Q. The Effectiveness of Combined Exercise Interventions for Preventing Postmenopausal Bone Loss: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2017 Apr;47(4):241–51.
97. Rikli RE, Jones CJ. Development and Validation of a Functional Fitness Test for Community-Residing Older Adults. *J Aging Phys Act*. 1999 Apr 1;7(2):129–61.
98. Kaczorowska A, Fortuna M, Katan A, Kaczorowska A, Ignasiak Z. Functional Physical Fitness and Anthropometric Characteristics of Older Women Living in Different Environments in Southwest Poland. *Ageing Int*. 2023 Mar 1;48(1):367–83.
99. Heubel AD, Gimenes C, Marques TS, Arca EA, Martinelli B, Barrile SR. MULTICOMPONENT TRAINING TO IMPROVE THE FUNCTIONAL FITNESS AND GLYCEMIC CONTROL OF SENIORS WITH TYPE 2 DIABETES. *J Phys Educ*. 2018 June 7;29:e2922.
100. Suzuki FS, Evangelista AL, Teixeira CVLS, Paunksnis MRR, Rica RL, Evangelista RAG de T, et al. EFFECTS OF A MULTICOMPONENT EXERCISE PROGRAM ON THE FUNCTIONAL FITNESS IN ELDERLY WOMEN. *Rev Bras Med Esporte*. 2018 Feb;24:36–9.
101. Forte P, Pinto P, Manuel Barbosa T, Morais J, Monteiro A. The effect of a six months multicomponent training in elderly's body composition and functional fitness – A before-after analysis. *Motricidade*. 2021 Apr 2;17.

102. Leitão L, Campos Y, Louro H, Figueira ACC, Figueiredo T, Pereira A, et al. Detraining and Retraining Effects from a Multicomponent Training Program on the Functional Capacity and Health Profile of Physically Active Prehypertensive Older Women. *Healthcare*. 2024 Jan 21;12(2):271.
103. Rodrigues F, Jacinto M, Antunes R, Monteiro D, Mendes D, Matos R, et al. Comparing the Effects of Multicomponent and Concurrent Exercise Protocols on Muscle Strength in Older Adults. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2023 Dec 20;9(1):3.
104. Mcleod JC, Currier BS, Lowisz CV, Phillips SM. The influence of resistance exercise training prescription variables on skeletal muscle mass, strength, and physical function in healthy adults: An umbrella review. *J Sport Health Sci*. 2024 Jan 1;13(1):47–60.
105. Papalia GF, Papalia R, Diaz Balzani LA, Torre G, Zampogna B, Vasta S, et al. The Effects of Physical Exercise on Balance and Prevention of Falls in Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2020 Aug 11;9(8):2595.
106. Stathokostas L, Little RMD, Vandervoort AA, Paterson DH. Flexibility Training and Functional Ability in Older Adults: A Systematic Review. *J Aging Res*. 2012;2012:306818.
107. An J, Su Z, Meng S. Effect of aerobic training versus resistance training for improving cardiorespiratory fitness and body composition in middle-aged to older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Gerontol Geriatr*. 2024 Nov;126:105530.
108. Leite JC, Forte R, de Vito G, Boreham CAG, Gibney MJ, Brennan L, et al. Comparison of the effect of multicomponent and resistance training programs on metabolic health parameters in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr*. 2015 May 1;60(3):412–7.
109. Chiu TY, Yu HW. Associations of multicomponent exercise and aspects of physical performance with frailty trajectory in older adults. *BMC Geriatr*. 2022 July 5;22(1):559.
110. Estoque RC, Togawa T, Ooba M, Gomi K, Nakamura S, Hijioka Y, et al. A review of quality of life (QOL) assessments and indicators: Towards a “QOL-Climate” assessment framework. *Ambio*. 2019 June;48(6):619–38.
111. Ryff CD. Psychological Well-Being Revisited: Advances in Science and Practice. *Psychother Psychosom*. 2014;83(1):10–28.
112. Hutchings HA, Taylor N, Remesh A, Rafferty J. A study evaluating quality of life and factors affecting it before, during and after menopause. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2023 Oct 1;289:100–7.
113. Whiteley J, DiBonaventura M daCosta, Wagner JS, Alvir J, Shah S. The Impact of Menopausal Symptoms on Quality of Life, Productivity, and Economic Outcomes. *J Womens Health*. 2013 Nov;22(11):983–90.
114. Beaudart C, Biver E, Bruyère O, Cooper C, Al-Daghri N, Reginster JY, et al. Assessment of Quality of Life in Musculo-Skeletal Health. *Aging Clin Exp Res*. 2018 May;30(5):413–8.
115. Ji P, Zhang L, Gao Z, Ji Q, Xu J, Chen Y, et al. Relationship between self-esteem and quality of life in middle-aged and older patients with chronic diseases: mediating effects of death anxiety. *BMC Psychiatry*. 2024 Jan 2;24(1):7.
116. Gao Y, Du L, Cai J, Hu T. Effects of functional limitations and activities of daily living on the mortality of the older people: A cohort study in China. *Front Public Health* [Internet]. 2023 Jan 20 [cited 2025 Sept 12];10. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2022.1098794/full>

117. Tadayon M, Sayahi R, Mousavi P, Haghighy MH. Association between Social Support and Quality of Life of Postmenopausal Women. *J Midwifery Reprod Health*. 2024 Apr 1;12(2):4243–54.
118. Granero-Jiménez J, López-Rodríguez MM, Dobarrío-Sanz I, Cortés-Rodríguez AE. Influence of Physical Exercise on Psychological Well-Being of Young Adults: A Quantitative Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Apr 3;19(7):4282.
119. Marquez DX, Aguiñaga S, Vásquez PM, Conroy DE, Erickson KI, Hillman C, et al. A systematic review of physical activity and quality of life and well-being. *Transl Behav Med*. 2020 Oct 12;10(5):1098–109.
120. Basso JC, Suzuki WA. The Effects of Acute Exercise on Mood, Cognition, Neurophysiology, and Neurochemical Pathways: A Review. *Brain Plast*. 2(2):127–52.
121. Karinkanta S, Heinonen A, Sievänen H, Uusi-Rasi K, Pasanen M, Ojala K, et al. A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: randomized, controlled trial. *Osteoporos Int*. 2007;18(4):453-462.
122. Hakestad K, Torstveit M, Nordstletten L, Risberg M. Effect of exercises with weight vests and a patient education programme for women with osteopenia and a healed wrist fracture: a randomized, controlled trial of the OsteoACTIVE programme. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015 Nov 14;16.
123. Kistler-Fischbacher M, Yong J, Weeks B, Beck B. A Comparison of Bone-Targeted Exercise With and Without Antiresorptive Bone Medication to Reduce Indices of Fracture Risk in Postmenopausal Women With Low Bone Mass: The MEDEX-OP Randomized Controlled Trial. *J BONE Miner Res*. 2021 Sept;36(9):1680–93.
124. Marín-Cascales E, Alcaraz P, Rubio-Arias J. Effects of 24 Weeks of Whole Body Vibration Versus Multicomponent Training on Muscle Strength and Body Composition in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Trial. *REJUVENATION Res*. 2017 June;20(3):193–201.
125. Marín-Cascales E, Rubio-Arias J, Alcaraz P. Effects of Two Different Neuromuscular Training Protocols on Regional Bone Mass in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Trial. *Front Physiol*. 2019 July 10;10.
126. Multanen J, Nieminen M, Häkkinen A, Kujala U, Jämsä T, Kautiainen H, et al. Effects of high-impact training on bone and articular cartilage: 12-month randomized controlled quantitative MRI study. *J Bone Miner Res*. 2014;29(1):192-201.
127. Stanghelle B, Bentzen H, Giangregorio L, Pripp A, Skelton D, Bergland A. Effects of a resistance and balance exercise programme on physical fitness, health-related quality of life and fear of falling in older women with osteoporosis and vertebral fracture: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int*. 2020 June;31(6):1069–78.
128. Filipović T, Lazović M, Backović A, Filipović A, Ignjatović A, Dimitrijević S, et al. A 12-week exercise program improves functional status in postmenopausal osteoporotic women: randomized controlled study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2021;57(1):120-130.
129. Riaz H, Babur M, Farooq A. Effects of high-intensity multi-modal exercise training (HIT-MMEX) on bone mineral density and muscle performance in postmenopausal women. A Pilot randomized controlled trial. *JPMA J Pak Med Assoc*. 2022;72(10):1904-1908.
130. Moreira L, Fronza F, Dos Santos R, Zach P, Kunii I, Hayashi L, et al. The benefits of a high-intensity aquatic exercise program (HydrOS) for bone metabolism and bone mass of postmenopausal women. *J Bone Miner Metab*. 2014;32(4):411-419.

131. Paolucci T, Morone G, Iosa M, Grasso M, Buzi E, Zangrando F, et al. Efficacy of group-adapted physical exercises in reducing back pain in women with postmenopausal osteoporosis. *Aging Clin Exp Res*. 2014;26(4):395-402.
132. Olsen C, Bergland A. The effect of exercise and education on fear of falling in elderly women with osteoporosis and a history of vertebral fracture: results of a randomized controlled trial. *Osteoporos Int*. 2014;25(8):2017-2025.
133. Hopewell S, Chan AW, Collins GS, Hróbjartsson A, Moher D, Schulz KF, et al. CONSORT 2025 statement: updated guideline for reporting randomized trials. *Nat Med*. 2025 June;31(6):1776–83.
134. Izquierdo M, Merchant RA, Morley JE, Anker SD, Aprahamian I, Arai H, et al. International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *J Nutr Health Aging*. 2021 July 1;25(7):824–53.
135. Afghani A, Johnson CA. Resting blood pressure and bone mineral content are inversely related in overweight and obese Hispanic women. *Am J Hypertens*. 2006 Mar;19(3):286–92.
136. Heymsfield SB, Smith R, Aulet M, Bensen B, Lichtman S, Wang J, et al. Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. *Am J Clin Nutr*. 1990 Aug;52(2):214–8.
137. Branch NSC and O. National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases. NIAMS; 2023 [cited 2025 Feb 15]. Bone Mineral Density Tests: What the Numbers Mean. Available from: <https://www.niams.nih.gov/health-topics/bone-mineral-density-tests-what-numbers-mean>
138. Carona C, Canavarro M, Pereira M, Gameiro S, Vaz-Serra A, Quartilho M, et al. WHOQOL disponível para Portugal: Desenvolvimento dos instrumentos de avaliação da qualidade de vida da Organização Mundial de Saúde (WHOQOL-100 e WHOQOL-BREF). In 2010. p. 171–90.
139. Gholami A, Jahromi LM, Zarei E, Dehghan A. Application of WHOQOL-BREF in Measuring Quality of Life in Health-Care Staff. *Int J Prev Med*. 2013 July;4(7):809.
140. Wong FY, Yang L, Yuen JWM, Chang KKP, Wong FKY. Assessing quality of life using WHOQOL-BREF: a cross-sectional study on the association between quality of life and neighborhood environmental satisfaction, and the mediating effect of health-related behaviors. *BMC Public Health*. 2018 Sept 12;18(1):1113.
141. Fleck MP, Louzada S, Xavier M, Chachamovich E, Vieira G, Santos L, et al. Aplicação da versão em português do instrumento abreviado de avaliação da qualidade de vida “WHOQOL-bref.” *Rev Saúde Pública*. 2000 Apr;34:178–83.
142. WHOQOL-BREF| The World Health Organization [Internet]. [cited 2025 Mar 10]. Available from: <https://www.who.int/tools/whoqol/whoqol-bref>
143. Field A, Miles J, Field Z. *Discovering Statistics Using R*. *Int Stat Rev*. 2013 Apr 1;81.
144. Carey V, Wang YG. Mixed-Effects Models in S and S-Plus. *J Am Stat Assoc*. 2001 Sept 1;96:1135–6.
145. Kuznetsova A, Christensen RHB, Bavay C, Brockhoff PB. Automated mixed ANOVA modeling of sensory and consumer data. *Food Qual Prefer*. 2015 Mar 1;40:31–8.
146. Kuznetsova A, Brockhoff PB, Christensen RHB, Jensen SP. lmerTest: Tests in Linear Mixed Effects Models [Internet]. 2020 [cited 2025 Feb 15]. Available from: <https://cran.r-project.org/web/packages/lmerTest/index.html>
147. Brunner E, Domhof S, Langer F. *Nonparametric Analysis of Longitudinal Data in Factorial Experiments*. *Nonparametric Anal Longitud Data Factorial Exp*. 2002 Jan 1;

148. Noguchi K, Gel YR, Brunner E, Konietzschke F. nparLD: An R Software Package for the Nonparametric Analysis of Longitudinal Data in Factorial Experiments. *J Stat Softw.* 2012 Sept 18;50:1–23.
149. Noguchi K, Latif M, Thangavelu K, Konietzschke F, Gel YR, Brunner E. nparLD: Nonparametric Analysis of Longitudinal Data in Factorial Experiments [Internet]. 2022 [cited 2025 Feb 15]. Available from: <https://cran.r-project.org/web/packages/nparLD/index.html>
150. Wickham H, Chang W, Henry L, Pedersen TL, Takahashi K, Wilke C, et al. ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics [Internet]. 2024 [cited 2025 Jan 27]. Available from: <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html>
151. Monteiro A, Rodrigues S, Matos S, Teixeira J, Barbosa T, Forte P. The Effects of 32 Weeks of Multicomponent Training with Different Exercises Order in Elderly Women's Functional Fitness and Body Composition. *Med Kaunas Lith* [Internet]. 2022;58(5). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-02403316/full>
152. Savikangas T, Suominen T, Alen M, Rantalainen T, Sipilä S. Changes in femoral neck bone mineral density and structural strength during a 12-month multicomponent exercise intervention among older adults - Does accelerometer-measured physical activity matter? *Bone.* 2024;178:116951.
153. Moradell A, Navarrete-Villanueva D, Fernández-García ÁI, Gusi N, Pérez-Gómez J, González-Gross M, et al. Multicomponent Training Improves the Quality of Life of Older Adults at Risk of Frailty. *Healthcare.* 2023 Oct 28;11(21):2844.
154. Resende-Neto A, Amarante do Nascimento M, Silva D, Mendes-Netto R, DeSantana J, Da Silva-Grigoletto M. Effects of Multicomponent Training on Functional Fitness and Quality of Life in Older Women: A Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Exerc Med.* 2019 Apr 25;5.
155. Sobrinho A, Almeida M, Rodrigues G, Bertani R, Lima J, Bueno Junior C. Stretching and Multicomponent Training to Functional Capacities of Older Women: a Randomized Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021;19(1). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-02365199/full>
156. Caldas LR, Albuquerque M, Lopes E, Moreira A, Ribeiro A, Carneiro-Júnior M. Multicomponent physical training increases strength, agility and dynamic balance in middle-aged women. *Rev Bras Fisiol Exerc.* 2020 Dec 24;19:478.
157. Fernández-García ÁI, Moradell A, Navarrete-Villanueva D, Subías-Perié J, Pérez-Gómez J, Ara I, et al. Effects of Multicomponent Training Followed by a Detraining Period on Frailty Level and Functional Capacity of Older Adults with or at Risk of Frailty: Results of 10-Month Quasi-Experimental Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Sept 29;19(19):12417.
158. Subías-Perié J, Navarrete-Villanueva D, Fernández-García ÁI, Moradell A, Lozano-Berges G, Gesteiro E, et al. Effects of a multicomponent training followed by a detraining period on metabolic syndrome profile of older adults. *Exp Gerontol.* 2024 Feb 1;186:112363.
159. Leitão L, Marocolo M, de Souza HLR, Arriel RA, Campos Y, Mazini M, et al. Three-Month vs. One-Year Detraining Effects after Multicomponent Exercise Program in Hypertensive Older Women. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Jan;19(5):2871.
160. Leitão L, Pereira A, Mazini M, Venturini G, Campos Y, Vieira J, et al. Effects of Three Months of Detraining on the Health Profile of Older Women after a Multicomponent Exercise Program. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Jan;16(20):3881.

161. Stevens M, Lieschke J, Cruwys T, Cárdenas D, Platow MJ, Reynolds KJ. Better together: How group-based physical activity protects against depression. *Soc Sci Med.* 2021 Oct 1;286:114337.
162. Bondarev D, Sipilä S, Finni T, Kujala UM, Aukee P, Laakkonen EK, et al. The role of physical activity in the link between menopausal status and mental well-being. *Menopause N Y N.* 2020 Feb 10;27(4):398–409.
163. Godoy-Izquierdo D, de Teresa C, Mendoza N. Exercise for peri- and postmenopausal women: Recommendations from synergistic alliances of women's medicine and health psychology for the promotion of an active lifestyle. *Maturitas.* 2024 July 1;185:107924.
164. Encarnação S, Fazolo S, Pereira F, Araújo D, Miranda C, Pinto B, et al. Influence of multicomponent exercise program or self-selected physical activity on physical, mental, and biochemical health indicators of older women. *Montenegrin J Sports Sci Med.* 2023 Apr 28;12.
165. Fraga BS, Zanella JC, Miranda C, Strehl M de S, Silva AM e, Pires VJ, et al. Effects of a remote multicomponent training intervention on quality of life of older people: a randomized controlled clinical trial. *Rev Bras Ciênc Esporte.* 2024 Dec 13;46:e20240002.
166. Godoy-Izquierdo D, Guevara N, Toral M, Galván C, Ballesteros A, García J. Improvements in health-related quality of life, cardio-metabolic health, and fitness in postmenopausal women after a supervised, multicomponent, adapted exercise program in a suited health promotion intervention: a multigroup study. *Menopause N Y N.* 2017;24(8):938-946.
167. Briki W. Motivation toward Physical Exercise and Subjective Wellbeing: The Mediating Role of Trait Self-Control. *Front Psychol [Internet].* 2016 Oct 5 [cited 2025 Sept 12];7. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2016.01546/full>
168. Manaye S, Cheran K, Murthy C, Bornemann EA, Kamma HK, Alabbas M, et al. The Role of High-intensity and High-impact Exercises in Improving Bone Health in Postmenopausal Women: A Systematic Review. *Cureus.* 2023 Feb 5;15(2):e34644.
169. Watson S, Weeks B, Weis L, Harding A, Horan S, Beck B. High-Intensity Resistance and Impact Training Improves Bone Mineral Density and Physical Function in Postmenopausal Women With Osteopenia and Osteoporosis: the LIFTMOR Randomized Controlled Trial. *J Bone Miner Res.* 2018;33(2):211-220.
170. Armamento-Villareal R, Aguirre L, Waters DL, Napoli N, Qualls C, Villareal DT. Effect of Aerobic or Resistance Exercise, or Both, on Bone Mineral Density and Bone Metabolism in Obese Older Adults While Dieting: A Randomized Controlled Trial. *J Bone Miner Res.* 2020;35(3):430–9.
171. Welsh L, Rutherford OM. Hip bone mineral density is improved by high-impact aerobic exercise in postmenopausal women and men over 50 years. *Eur J Appl Physiol.* 1996 Dec 1;74(6):511–7.
172. Bemben DA, Palmer IJ, Bemben MG, Knehans AW. Effects of combined whole-body vibration and resistance training on muscular strength and bone metabolism in postmenopausal women. *Bone.* 2010 Sept 1;47(3):650–6.

8. Apêndices

Apêndice A: Declaração pelo Comitê de Ética do Instituto Politécnico de Bragança (IPB)



Parecer

Dados do Funcionário

Nome: Email:
Filiação:

Parecer

Após leitura e análise reflexiva do projeto intitulado: Strong Bones: Evaluating the Impact of Multicomponent Training on Bone Health and Quality of Life in Postmenopausal Women Using Predictive Models.

General Objective

Anticipating the occurrence of osteopenia/osteoporosis in postmenopausal women through machine learning methods and verifying the effectiveness of a multicomponent training program to strengthen the participants' bone density.

A Comissão de Ética do IPB emite parecer favorável/deferido ao desenvolvimento do projeto.

Data

Apêndice B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Termo de Consentimento Informado

Cada participante da pesquisa deve assinar este documento para autorizar sua participação. Este termo será arquivado pelo pesquisador responsável. O presente modelo está em conformidade com a Declaração de Helsinque e a Convenção de Oviedo.

Informações: Leia atentamente as informações abaixo. Caso algo esteja incorreto ou não esteja claro, não hesite em pedir mais detalhes. Se concordar em participar, por favor, assine este documento.

Título do projeto de pesquisa: StrongBones: Promovendo a saúde óssea e qualidade de vida em mulheres pré-menopáusicas.

Resumo: A osteoporose é uma doença caracterizada pela perda progressiva de densidade óssea, aumentando o risco de fraturas. Embora a maioria dos estudos foque em mulheres pós-menopáusicas, intervenções preventivas em mulheres pré-menopáusicas podem retardar significativamente a perda óssea e melhorar a qualidade de vida. Este estudo avalia a eficácia de um programa de treinamento multicomponente (TMC) na manutenção da saúde óssea e na prevenção de osteopenia e osteoporose. Paralelamente, será utilizado um modelo preditivo baseado em aprendizado de máquina para antecipar riscos.

Propósito: Verificar a viabilidade e a eficácia de um programa de treinamento multicomponente na saúde óssea, aptidão funcional e qualidade de vida de mulheres pré-menopáusicas.

Financiamento: Esta pesquisa não possui nenhum tipo de financiamento

Confidencialidade e Anonimato: Os pesquisadores obterão consentimento informado de todas as participantes. Este estudo segue a Declaração de Helsinque e foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto Politécnico de Bragança (IPB) (nº: [2067313]).

Grupo de pesquisa: António Miguel Monteiro^{1,3*}, André Schneider^{1,3}, Samuel Gonçalves Almeida da Encarnação^{1,2,3}, Tiago Barbosa³

Afiliações:

¹Department of Sport Sciences, Instituto Politécnico de Bragança (IPB), 5300-253 Bragança, Portugal; andrecschneider@gmail.com; samuel01.encarnacao@gmail.com; mmonteiro@ipb.pt

²Universidad Autónoma de Madrid, Ciudad Universitaria de Cantoblanco, 28049 Madrid, Spain, samuel01.encarnacao@gmail.com;

³LiveWell—Research Centre for Active Living and Wellbeing, Polytechnic Institute of Bragança, Portugal; samuel01.encarnacao@gmail.com; mmonteiro@ipb.pt; barbosa@ipb.pt.

***Autor correspondente:** mmonteiro@ipb.pt

Procedimentos e Cronograma

Caso você concorde em participar deste estudo, será solicitado que realize três avaliações em momentos diferentes:

1. Primeira Avaliação: No início do estudo (Mês 0).
2. Segunda Avaliação: No meio do estudo (Mês 6).
3. Terceira Avaliação: No final do estudo (Mês 12).

O programa de treinamento multicomponente envolve três sessões semanais. Os grupos do estudo incluem:

- Grupo Controle: Não realizará treinamentos, mas será avaliado nas mesmas etapas.



Apêndice C: Registro do Estudo no ClinicalTrial.gov

02/05/2025, 23:51

Study Details | SB: Promoting Bone Health in Women | ClinicalTrials.gov

ClinicalTrials.gov

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information



The U.S. government does not review or approve the safety and science of all studies listed on this website.

Read our full [disclaimer](https://clinicaltrials.gov/about-site/disclaimer) (<https://clinicaltrials.gov/about-site/disclaimer>) for details.

Active, not recruiting ⓘ

SB: Promoting Bone Health in Women (SB)

ClinicalTrials.gov ID ⓘ NCT06843486

Sponsor ⓘ Instituto Politécnico de Bragança

Information provided by ⓘ André Schneider, Instituto Politécnico de Bragança (Responsible Party)

Last Update Posted ⓘ 2025-03-14

Study Details Tab

Study Overview

Brief Summary

The goal of this clinical trial is to find out whether multicomponent training works to treat osteoporosis in women. It will also find out about the safety of multicomponent training in this specific population. The main questions it aims to answer are:

Does multicomponent training improve bone mineral density in women?

What are the benefits of multicomponent training?

The researchers will compare the intervention group (MTC) with a control group that did not perform any type of intervention, to see if MTC training works in treating bone mineral density in women.

The participants will:

Perform MTC training for 6 months with a frequency of 3 times a week in sessions of 40-60 minutes. While the control group will carry out their daily activities normally and will only attend on the days of the assessments.

Detailed Description

Feedback

<https://clinicaltrials.gov/study/NCT06843486>

1/11

Apêndice D: Questionário WHOQOL-Bref

Questionário Qualidade de Vida (QdV) – WHOQoL-BREF

Instruções:

Por favor, leia cada questão cuidadosamente e escolha a opção que melhor reflete sua qualidade de vida, saúde ou outras áreas nos últimos 15 dias. Não há respostas certas ou erradas. Suas respostas são confidenciais

Escala de respostas:

- 1 - Muito ruim / Muito insatisfeito / Nada / Nunca
- 2 - Ruim / Insatisfeito / Pouco / Raramente
- 3 - Nem ruim nem bom / Nem satisfeito nem insatisfeito / Mais ou menos / Às vezes
- 4 - Bom / Satisfeito / Muito / Frequentemente
- 5 - Muito bom / Muito satisfeito / Completamente / Sempre

Perguntas:

1.	Como você avalia a sua qualidade de vida?	
2.	Até que ponto está satisfeito (a) com a sua saúde?	
3.	Em que medida as suas dores (física) o (a) impedem de fazer o que precisa fazer?	
4.	Em que medida precisa de cuidados médicos para fazer a sua vida diária?	
5.	Até que ponto gosta da vida?	
6.	Em que medida sente que a sua vida tem sentido?	
7.	Até que ponto se consegue concentrar?	
8.	Em que medida se sente em segurança no seu dia-a-dia?	
9.	Em que medida é saudável o seu ambiente físico?	
10.	Tem energia suficiente para a sua vida diária?	
11.	É capaz de aceitar a sua aparência física?	
12.	Tem dinheiro suficiente para satisfazer as suas necessidades?	
13.	Até que ponto tem fácil acesso as informações necessárias para organizar a sua vida diária?	
14.	Em que medida tem oportunidade para realizar atividades de lazer?	

15.	Como avaliaria a sua mobilidade [capacidade para se movimentar e deslocar por si próprio (a)]?	
16.	Até que ponto está satisfeito(a) com o seu sono?	
17.	Até que ponto está satisfeito(a) com a sua capacidade para desempenhar as atividades do seu dia-a-dia?	
18.	Até que ponto está satisfeito(a) com a sua capacidade de trabalho?	
19.	Até que ponto está satisfeito(a) consigo próprio(a)?	
20.	Até que ponto está satisfeito(a) com as suas relações pessoais?	
21.	Até que ponto está satisfeito(a) com a sua vida sexual?	
22.	Até que ponto está satisfeito(a) com o apoio que recebe dos seus amigos?	
23.	Até que ponto está satisfeito(a) com as condições do lugar em que vive?	
24.	Até que ponto está satisfeito(a) com o acesso que tem aos serviços de saúde?	
25.	Até que ponto está satisfeito(a) com os transportes que utiliza?	
26.	Com que frequência tem sentimentos negativos, tais como tristeza, desespero, ansiedade ou depressão?	

Nome completo:

Assinatura:
