



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA DE NUTRIÇÃO
BACHARELADO EM NUTRIÇÃO**

ESTHER CARVALHO DE JESUS

**MANEJO NUTRICIONAL NA TRÍADE DA MULHER ATLETA:
RELEVÂNCIA DO CÁLCIO E DA VITAMINA D
UMA REVISÃO NARRATIVA**

Salvador
2025

ESTHER CARVALHO DE JESUS

**MANEJO NUTRICIONAL NA TRÍADE DA MULHER ATLETA:
RELEVÂNCIA DO CÁLCIO E DA VITAMINA D
UMA REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Bacharelado em Nutrição da
Universidade Federal da Bahia - UFBA, como
parte das exigências para obtenção de título de
Bacharel em Nutrição.

Orientadora: Profa. Rejane Conceição
Santana
Coorientador: Prof. Thiago Onofre Freire

Salvador
2025

ESTHER CARVALHO DE JESUS

**MANEJO NUTRICIONAL NA TRÍADE DA MULHER ATLETA:
RELEVÂNCIA DO CÁLCIO E DA VITAMINA D
UMA REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Nutrição da Universidade Federal da Bahia - UFBA, como parte das exigências para obtenção de título de Bacharel em Nutrição.

Salvador, 10 de fevereiro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rejane Conceição Santana – Orientadora
Departamento de Biorregulação do Instituto de Ciências da Saúde - UFBA

Prof. Dr. Thiago Onofre Freire - Coorientador
Professora do Bacharelado em Nutrição da Escola de Nutrição - UFBA

Profa. Dra. Paula Cristina Alves Araujo - Comissão avaliadora
Departamento de Biorregulação do Instituto de Ciências da Saúde

Ms. Gabriel de Jesus Ferrolho - Comissão avaliadora
Departamento de Biorregulação, Instituto de Ciências da Saúde - UFBA

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente aos meus pais, Antonio e Margarida, que com zelo e dedicação sempre foram meu alicerce, oferecendo-me apoio incondicional.

Às minhas irmãs, Agnes, Tarsila e Gabriela, que sempre estiveram ao meu lado, me incentivando e compartilhando comigo cada vitória e cada obstáculo. Que sejamos sempre cúmplices para tudo.

Ao meu companheiro, Elias, que é meu porto seguro e celebra comigo as pequenas conquistas do dia a dia. Seu otimismo e leveza me ajudam sempre que preciso.

Às minhas amigas Melissa e Glaucia, que estiveram comigo em cada passo dessa caminhada, me ouvindo e me apoiando. Tornando tudo mais divertido e me lembrando sempre de que não estou sozinha nessa jornada.

À minha orientadora, professora Rejane, por sua orientação incansável, pelo apoio nas horas de dúvida e pela contribuição valiosa em minha jornada acadêmica. Sua paciência, dedicação e expertise foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. E ao meu coorientador, professor Thiago Onofre, que foi um ponto chave para o andamento deste trabalho.

RESUMO

A Tríade da Mulher Atleta é uma condição que afeta mulheres fisicamente ativas, caracterizada pela associação de distúrbios alimentares, amenorreia e osteoporose. Este estudo objetivou fazer uma revisão da literatura sobre o manejo nutricional de cálcio e vitamina D e sua relevância para a densidade mineral óssea e o desempenho esportivo de atletas femininas. Foram analisadas as relações entre os níveis de vitamina D no sangue, a saúde óssea e a performance atlética, além dos efeitos da suplementação desses nutrientes. Os resultados mostram que a suplementação de vitamina D aumenta os níveis sanguíneos de 25(OH)D e reduz marcadores de reabsorção óssea, auxiliando na preservação da saúde dos ossos, especialmente em situações de baixa exposição ao sol. O cálcio também desempenha papel essencial na mineralização óssea principalmente quando há ingestão inadequada deste mineral. A diversidade nos protocolos de suplementação e a escassez de informações sobre a ingestão dietética limitaram a generalização dos resultados. Portanto, mais estudos são necessários para investigar o papel da vitamina D e do cálcio na saúde óssea e desempenho da mulher atleta.

Palavras-Chave: tríade da mulher atleta, RED-s, vitamina D, cálcio, densidade óssea.

ABSTRACT

The Female Athlete Triad is a condition that affects physically active women, characterized by the association of eating disorders, amenorrhea and osteoporosis. This study aimed to review the literature on the nutritional management of calcium and vitamin D and their relevance to bone mineral density and sports performance in female athletes. The relationships between vitamin D levels in the blood, bone health and athletic performance were analyzed, as well as the effects of supplementing these nutrients. The results show that vitamin D supplementation increases blood levels of 25(OH)D and reduces markers of bone resorption, helping to preserve bone health, especially in situations of low sun exposure. Calcium also plays an essential role in bone mineralization, especially when there is inadequate intake of this mineral. The diversity of supplementation protocols and the scarcity of information on dietary intake limited the generalizability of the results. Therefore, more studies are needed to investigate the role of vitamin D and calcium in bone health and performance in female athletes.

KEYWORDS: female athlete triad, RED-S, vitamin D, calcium, bone density.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM: Colégio Americano de Medicina do Esporte (*American Collegeof Sports Medicine*)

BDE: Baixa Disponibilidade de Energia

DEXA: Absorciometria de Energia Dupla de Raios X (*Dual Energy X-ray Absorptiometry*)

DMO: Densidade Mineral Óssea

PTH: Paratormônio

RED-S: Déficit Relativo de Energia no Esporte (*Relative Energy Deficiency in Sport*)

TMA: Tríade da Mulher Atleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS.....	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1 Relação entre componentes da tríade da mulher atleta e baixa densidade mineral óssea.....	13
3.2 Fatores de risco para desenvolver a tríade da mulher atleta e prevalência de baixa densidade mineral óssea.....	14
3.3 O papel do cálcio e vitamina D na saúde óssea.....	16
3.4 Diagnóstico da baixa densidade mineral óssea.....	19
4 METODOLOGIA.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.1 Método de consumo de cálcio e vitamina D.....	25
5.2 Efeito da vit. D e do cálcio no desempenho físico.....	27
5.3 Efeitos da vit. D e do cálcio na densidade mineral óssea.....	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS.....	33
ANEXOS.....	38

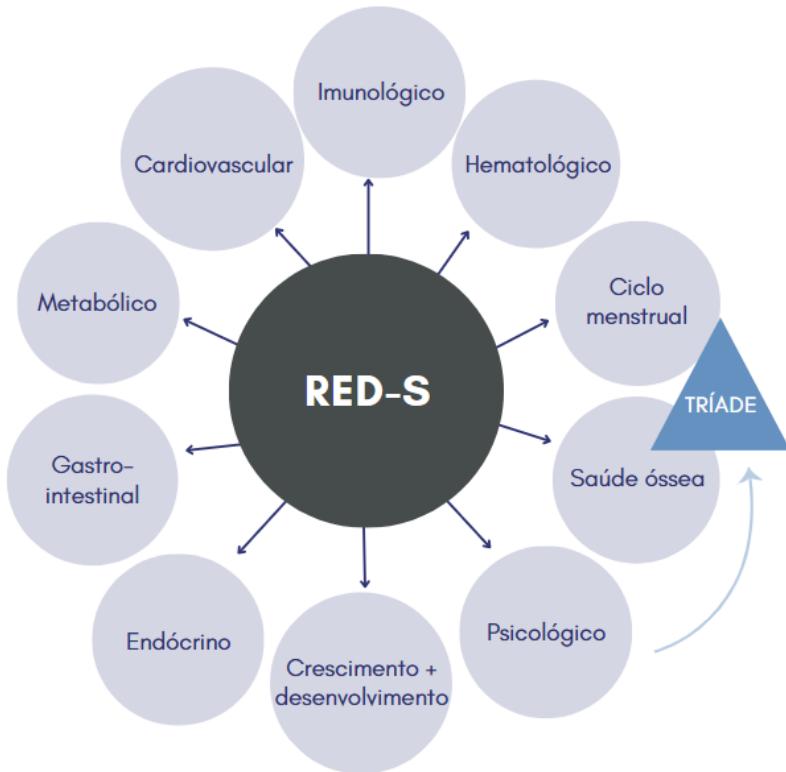
1 INTRODUÇÃO

A Tríade da Mulher Atleta (TMA), inicialmente descrita pelo *American College of Sports Medicine* (ACSM) nos anos 90 e atualizada em 2014, era baseada na presença de distúrbios alimentares, amenorreia e osteoporose (COELHO, 2021). Em 2007, com o avanço do entendimento científico, o ACSM redefiniu a Tríade como uma entidade clínica que se refere à "relação entre três componentes inter-relacionados: disponibilidade de energia, função menstrual e saúde óssea" (MOUNTJOY, 2014).

Em 2014, após reunião com o Comitê Olímpico Internacional, o termo foi alterado para Deficiência Relativa de Energia no Esporte (RED-S), permitindo uma abordagem mais abrangente (ver Figura 1). Esse conceito identifica a deficiência de energia como um fator que afeta várias funções fisiológicas (taxa metabólica, função menstrual, saúde óssea, imunidade, síntese de proteínas, saúde cardiovascular e psicológica) e impacta a performance e saúde do atleta (COELHO, 2021). Vale ressaltar que, embora o RED-S também afete homens atletas, a TMA continua a ser uma referência crucial quando se trata do público feminino, já que ela foca em questões específicas da saúde das mulheres no esporte (MOUNTJOY, 2014).

Embora o conceito de RED-S tenha expandido a compreensão da deficiência energética, abordando uma gama mais ampla de impactos fisiológicos, a saúde óssea permanece uma preocupação específica e crítica para as mulheres atletas. A saúde óssea, um dos pilares da TMA, não se resume apenas a um reflexo da falta de energia, mas revela uma complexa interação hormonal e fisiológica. Ao focar na TMA, busca-se uma análise mais detalhada dessas particularidades, sem desconsiderar os avanços do RED-S, mas mantendo o foco nos aspectos específicos que a Tríade ainda representa de forma única para o público feminino.

Figura 1 - Consequências da Deficiência Relativa de Energia no Esporte (RED-S) para a saúde



Fonte: Imagem adaptada de MOUNTJOY, Margo et al. (2014).

A baixa disponibilidade de energia (BDE) que sustenta o conceito de RED-S, ocorre quando a ingestão de energia de um atleta não é suficiente para cobrir o gasto energético causado pelo exercício, deixando energia insuficiente para manter a saúde e o desempenho e gerando um balanço energético negativo (MOUNTJOY, 2018). Essa baixa disponibilidade é calculada como a diferença entre a ingestão de energia e o gasto energético durante o exercício, dividida pela massa magra. Estudos mostram que uma BDE de 30 kcal/kg de massa magra/dia pode prejudicar várias funções fisiológicas, incluindo o metabolismo, a função menstrual e a saúde óssea (MOUNTJOY, 2018). Quando está abaixo de 30 kcal/kg de massa magra/dia, há uma alta probabilidade de adaptação fisiológica que compromete sistemas não vitais (COELHO, 2021).

A BDE afeta os hormônios reprodutivos, levando à disfunção menstrual, como a amenorreia hipotalâmica funcional, e à baixa densidade mineral óssea (DMO). A severidade necessária para causar essas disfunções não é totalmente compreendida,

mas sabe-se que a baixa disponibilidade energética severa pode resultar em amenorreia e aumento do risco de fraturas ósseas, especialmente em atletas com disfunções menstruais. Ademais, a combinação de BDE, disfunção menstrual e baixa DMO aumenta o risco de lesões ósseas (MOUNTJOY, 2018).

Os pesquisadores acreditam que a maior parte dos atletas podem obter todas as vitaminas de que necessita a partir dos alimentos, mas pesquisas demonstram que muitos atletas não o fazem porque optam por alimentos pobres em nutrientes e por uma baixa ingestão de alimentos. Esta baixa ingestão calórica leva à baixa ingestão de vitaminas, frequentemente em mulheres maratonistas, ginastas, bailarinas e em homens pugilistas e jóqueis (DUNFORD, 2012).

A relação entre cálcio e vitamina D é fundamental para a saúde óssea e o desempenho físico geral, especialmente entre atletas. A vitamina D desempenha um papel importante na síntese hormonal, no metabolismo do cálcio, na saúde óssea, na função muscular e no sistema imunológico. Já o cálcio é essencial para a saúde dos atletas, ajudando a manter os ossos e músculos fortes e melhorando o desempenho físico. Ele é fundamental para a força muscular, prevenção de lesões e recuperação, além de proteger ossos e articulações do estresse causado pela atividade física (GHAZZAWI, 2023). Desta forma, a pergunta que norteou este trabalho foi à seguinte: o manejo nutricional do cálcio e vitamina D contribui para melhora significativa da baixa densidade mineral óssea e do desempenho físico em atletas femininas?

2 OBJETIVOS

Geral

Realizar uma revisão de literatura sobre a contribuição do manejo nutricional do cálcio e vitamina D na densidade mineral óssea e desempenho atlético em mulheres atletas.

Específicos

- Analisar a relação entre os níveis séricos de vitamina D, saúde óssea e desempenho esportivo em atletas femininas.
- Identificar os efeitos da ingestão e suplementação de cálcio e vitamina D na densidade mineral óssea e no desempenho esportivo de atletas femininas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Relação entre componentes da tríade da mulher atleta e baixa densidade mineral óssea

A deficiência energética relativa no esporte impacta diretamente a saúde óssea, um componente crítico da TMA. Distúrbios menstruais, como menarca tardia, oligomenorreia e amenorreia hipotalâmica funcional, comuns na tríade, podem reduzir a DMO e prejudicar a saúde óssea. A amenorreia hipotalâmica ocorre como resposta à insuficiência energética, mas pode aumentar o risco de fraturas por estresse, mesmo com DMO normal (VALLIANT, 2016).

A atividade física e os esportes de sustentação de peso podem aumentar a DMO (NOSE-OGURA, 2018). Por outro lado, baixa DMO é comum em atletas femininas de esportes que costumam valorizar a magreza. Baixos níveis de estrogênio podem ocorrer em atletas jovens quando a menstruação estiver ausente ou reduzida (amenorreia atlética), sendo uma condição deletéria para a saúde da atleta, devido à promoção da reabsorção óssea pelos osteoclastos e redução da DMO. Além disso, o baixo peso corporal também pode diminuir a DMO (NOSE-OGURA, 2018). Assim, atletas com amenorreia crônica não obtêm totalmente os benefícios osteogênicos do exercício, e essa perda óssea é muitas vezes irreversível, especialmente quando combinada com deficiências nutricionais (MOUNTJOY, 2014).

A DMO é um indicador fundamental da força óssea e é utilizada para rastrear e diagnosticar osteoporose, contribuindo para a avaliação da saúde óssea no contexto da tríade da atleta. A DMO de uma atleta reflete seu histórico nutricional, incluindo a disponibilidade de energia, o padrão menstrual e a influência de outros comportamentos. Embora a amenorreia não cause uma redução imediata na DMO, ela dá início a um efeito negativo na mineralização óssea. O impacto na saúde óssea aumenta com a duração da amenorreia. Além disso, embora a recuperação de um ciclo menstrual regular por meio de uma alimentação adequada não leve a uma restauração imediata da saúde óssea, ela promove melhorias na mineralização dos

ossos. Contudo, o potencial total de mineralização pode nunca ser completamente atingido (VALLIANT, 2016).

3.2 Fatores de risco para desenvolver a tríade da mulher atleta e prevalência de baixa densidade mineral óssea

Segundo Daily (2018), a prevenção da tríade da mulher atleta é fundamental e começa com a conscientização. Desta forma, toda a equipe de saúde, administradores atléticos, treinadores, pais e atletas devem ser educados sobre os fatores de risco e os componentes da tríade. Ao identificar um fator de risco e/ou componente da tríade, os profissionais devem iniciar uma avaliação adicional para limitar a progressão e futuros danos metabólicos. Ademais, durante a triagem pré-participação, todos os atletas devem ser questionados sobre histórico de fraturas e fatores de risco para a tríade (TENFORDE et al., 2016).

Os fatores de risco para TMA incluem restrição calórica, exercício excessivo, vegetarianismo e limitação de tipos de alimentos. Já os fatores de risco para fraturas por estresse incluem baixa densidade mineral óssea, disfunção menstrual, deficiências nutricionais, erros de treinamento, anormalidades biomecânicas e predisposição genética (DAILY, 2018). As atletas femininas têm necessidades nutricionais específicas, com flutuações hormonais que podem afetar a absorção de nutrientes e aumentar a vulnerabilidade a deficiências de cálcio e vitamina D (PEELING; SIM; MCKAY, 2023). A deficiência desses nutrientes aumenta o risco de lesões por estresse ósseo. Além disso, mulheres atletas têm maior risco de lesões por estresse ósseo em comparação aos homens, especialmente devido à TMA (TENFORDE et al., 2016).

A BDE é reconhecida como um fator que prejudica a saúde óssea em atletas, principalmente em mulheres. Favorecendo alterações na microarquitetura óssea, marcadores de renovação óssea alterados, redução da força óssea e maior risco de lesões por estresse, em comparação com atletas eumenorreicas e aquelas com

energia adequada. Além disso, locais anatômicos com menor carga óssea têm maior risco de baixa DMO e microarquitetura prejudicada em populações suscetíveis ao déficit energético (MOUNTJOY, 2018). Mulheres fisicamente ativas têm risco para BDE principalmente entre os esportes que enfatizam magreza, estética e resistência, como natação, corrida e ginástica (DAILY, 2018).

Em atletas, a prevalência de distúrbios alimentares, distúrbios menstruais, baixa DMO e fraturas por estresse variam amplamente (MOUNTJOY, 2014). Segundo Goolsby (2017), a prevalência de baixa DMO é de até 39,8% entre as atletas. Já uma revisão de estudos mostrou que a prevalência de osteopenia varia de 22% a 50%, e a prevalência de osteoporose entre 0% a 13% em atletas femininas, comparada a 12% e 2,3% na população geral (MOUNTJOY, 2014).

Mulheres com amenorreia hipotalâmica funcional apresentam alta prevalência de osteopenia (25-90%) e osteoporose (19-44%), além de maior risco de fraturas por estresse. A deficiência de estrogênio e o desequilíbrio energético contribuem para a perda óssea, condição que é agravada pela baixa ingestão de cálcio e vitamina D, bem como pela prática de exercícios de baixa carga mecânica (INDIRLI et al., 2022).

Estudos mostram que atletas com amenorreia têm uma DMO de 2-17% inferior na coluna lombar em comparação com as atletas que menstruam. Atletas amenorreicas ou com ciclos menstruais irregulares, ao longo de 6 a 10 anos, apresentam DMO mais baixa do que aquelas com ciclos regulares (SOUTHMAYD et al., 2017). Além disso, mulheres com disfunção menstrual ou balanço energético negativo tendem a ter menor DMO e maior risco de fraturas por estresse em comparação a mulheres eumenorreicas (MOUNTJOY, 2018). Segundo Goolsby (2017), atletas com amenorreia têm de 2 a 4 vezes mais chances de sofrer fraturas por estresse, e a recuperação de lesões é mais demorada quando associada a uma DMO baixa, com o risco aumentando conforme o número de fatores relacionados à tríade da atleta feminina.

3.3 O papel do cálcio e vitamina D na saúde óssea

O aumento do gasto energético altera a necessidade de determinadas vitaminas do complexo B e pode afetar a necessidade de vitamina D e de minerais como ferro e cálcio (ROBERTSON, 2014). Ademais, evidências sobre os fatores de estilo de vida que influenciam a massa óssea mostram que a atividade física e o cálcio dietético adequado têm forte impacto na densidade óssea. Fatores como exercício, níveis adequados de vitamina D e ingestão de produtos lácteos também são importantes, mas com evidência moderada (RIBBANS, 2021).

A vitamina D é crucial para a absorção de cálcio e a remodelação óssea, enquanto sua deficiência pode aumentar o risco de fraturas, especialmente em atletas com baixos níveis de 25[OH]D (PEELING; SIM; MCKAY, 2023). Desta forma, a suplementação de cálcio e vitamina D ajuda na saúde óssea de duas formas: diretamente, apoiando a mineralização dos ossos, e indiretamente, ao reduzir a ação do paratormônio (PTH), um hormônio que aumenta a perda óssea. A vitamina D ativa, chamada 1,25(OH)2D, se liga a receptores nos ossos e ajuda a controlar a renovação óssea, liberando cálcio dos ossos para o sangue (Anexo I). Contudo, se esse processo ocorrer por muito tempo, pode enfraquecer os ossos. A suplementação com cálcio e vitamina D durante o treinamento ajuda a prevenir esse efeito, mantendo os níveis de PTH controlados e evitando a perda excessiva de cálcio. Estudos mostram que essa abordagem pode reduzir a renovação óssea excessiva e preservar a saúde óssea (GAFFNEY-STOMBERG et al., 2019).

Estudos revelam que a suplementação de vitamina D tem mostrado benefícios ergogênicos para atletas, como melhora no desempenho físico, incluindo velocidade, altura de salto e força muscular. Além disso, a adição de cálcio à suplementação de vitamina D parece reduzir a taxa de fraturas por estresse (GHAZZAWI, 2023). Entretanto, a relação entre vitamina D, densidade óssea e força muscular é complexa (GOOLSBY, 2017), necessitando de mais estudos para avaliar a relação da vitamina D na saúde das atletas.

Embora presente em alguns alimentos, como peixes gordurosos, a principal fonte de vitamina D é a luz solar, e a sua ingestão diária recomendada varia entre

1500-2200 UI (GHAZZAWI, 2023). A deficiência em atletas é bastante comum e parece aumentar o risco de fraturas por estresse e lesões musculares, afetando atletas especialmente no inverno, e em esportes indoors (GOOLSBY, 2017). Há estudos que sugerem que um valor de 25(OH)D superior a 30 ng/mL deve ser considerado adequado para manter a saúde óssea e reduzir o risco de fraturas, enquanto outros indicam que os níveis necessários deveriam ser fixados acima de 40 ng/mL (FARROKHYAR et al., 2015).

O Instituto de Medicina dos EUA (IOM) classifica níveis entre 13 e 20 ng/mL como inadequados e considera que pessoas com níveis abaixo de 12 ng/mL são indicativos de deficiência (ver Tabela 1). Concentrações séricas superiores a > 50 ng/mL estão associadas a possíveis efeitos adversos, enquanto níveis acima de 150 ng/mL são considerados tóxicos (DE LA PUENTE YAGÜE, 2020).

Tabela 1 - Resumo dos valores de vitamina D

	<i>Endocrine society (Sociedade de Endocrinologia)</i>	<i>Institute of medicine (Instituto de Medicina)</i>
Adequado	30–100 ng/mL	20–60 ng/mL
Insuficiente	21–29 ng/mL	13–20 ng/mL
Deficiente	20 ng/mL	< 12 ng/mL
Toxicidade	> 10,000 IU	> 150 ng/mL > 4,000 IU

Fonte: Tabela adaptada de SELVAN, Vijay et al. (2023).

O cálcio desempenha papel fundamental na manutenção e crescimento ósseo, regulação da contração muscular, coagulação sanguínea normal e condução nervosa,

além de auxiliar na reparação de tecidos ósseos. Alimentos como produtos lácteos, sardinhas, salmão, couve e brócolis são boas fontes de cálcio. Estudos demonstram que o consumo adequado e constante de cálcio pode melhorar o desempenho físico dos atletas, pois desempenha um papel crucial na manutenção da força muscular, um elemento chave para o desempenho nos exercícios (GHAZZAWI, 2023; MCCLUNG; GAFFNEY-STOMBERG; LEE, 2014).

Atletas frequentemente utilizam suplementos de cálcio para manter a DMO adequada, reduzindo o risco de fraturas por estresse, especialmente se a ingestão dietética for insuficiente (ROBERTSON, 2014). Em casos específicos, como entre atletas femininas, a ingestão insuficiente de cálcio, aliada à disfunção menstrual, pode aumentar ainda mais esse risco, prejudicando a saúde óssea e o desempenho atlético (GHAZZAWI, 2023). A ingestão recomendada varia entre 1000-1300 mg/dia para mulheres adultas, e de 1500 mg/dia por dia para mulheres atletas, especialmente amenorreicas (PADOVANI, 2006; KUNSTEL, 2005; CORMICK; BELIZÁN, 2019). Na tabela 2 são mostrados os valores de referência dietéticos para o cálcio para mulheres adultas, incluindo também a ingestão média estimada e máxima tolerável.

Tabela 2 - Valores de referência dietéticos para o cálcio

Mulheres adultas (> 18 anos)	
Ingestão Diária Recomendada	700-1000 mg/dia
Necessidade Média Estimada	525-860 mg/dia
Ingestão Máxima Tolerável (UL)	2,5 g/dia

Fonte: CORMICK; BELIZÁN, 2019; PADOVANI et al., 2006.

A suplementação de cálcio e vitamina D, embora importante para a saúde óssea, apresenta alguns riscos quando não administrada corretamente. O uso excessivo de vitamina D e do cálcio pode resultar em hipercalcemia, o que prejudica

a integridade óssea. Além disso, a ingestão inadequada de cálcio pode causar aumento da atividade do paratormônio e da osteoclastogênese, o que promove a reabsorção óssea (PEELING; SIM; MCKAY, 2023).

A ingestão excessiva de cálcio também pode levar a toxicidade aumentando riscos de problemas renais. A ingestão diária máxima recomendada é de 2500 mg para pessoas entre 19 e 50 anos e, 2000 mg para indivíduos mais velhos. Existem controvérsias sobre o impacto do aumento da ingestão de cálcio no risco de pedras nos rins, com alguns estudos sugerindo um pequeno aumento no risco, enquanto outros não encontraram relação significativa (CORMICK; BELIZÁN, 2019).

Além disso, as doses seguras de vitamina D, sem risco de toxicidade, variam em até 4.000 UI ou 10.000 UI por dia dependendo da referência (ABUSHAMMA, 2022). Estudos revelam que doses elevadas como 150.000 UI, têm demonstrado um aumento rápido da força musculares, doses de ataque acima de 50.000 UI são recomendadas para normalizar os níveis de vitamina D de forma rápida. No entanto, mais pesquisas são necessárias para avaliar os efeitos e a segurança de doses superiores a 300.000 UI (FARROKHYAR et al., 2017).

3.4 Diagnóstico da baixa densidade mineral óssea

Em atletas com baixa disponibilidade energética, transtornos alimentares ou amenorreia superior a 6 meses, a DMO deve ser medida por absorciometria de energia dupla de raios X (DEXA) (GIBBS, 2013). A definição de baixa DMO na Diretriz do *American College of Sports Medicine* (ACSM) de 2007 sobre a tríade, inclui um z-score de < -1,0 na presença de fatores clínicos adicionais, como hipogonadismo. Esse critério é baseado na premissa de que atletas devem apresentar DMO de 5% a 15% maior do que os não atletas (GIBBS, 2013). Valores de z-score entre -1,0 e -2,0 indicam osteopenia e valores abaixo de -2,0 são considerados osteoporose. A reavaliação da DMO deve ocorrer a cada 12 meses em adultos e a cada 6 meses em adolescentes (MOUNTJOY, 2014).

4 METODOLOGIA

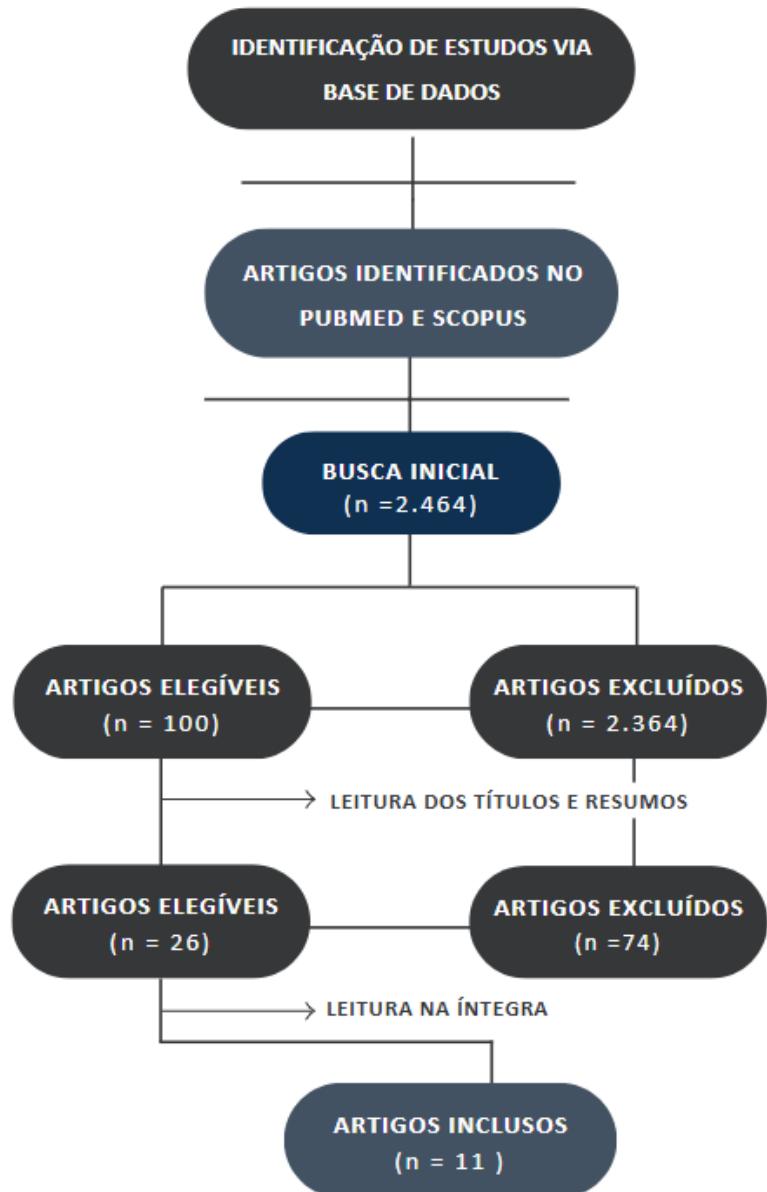
Este trabalho caracteriza-se como uma revisão narrativa da literatura sobre a contribuição do manejo nutricional do cálcio e vitamina D na densidade mineral óssea e desempenho atlético em mulheres atletas.

Os critérios de inclusão foram definidos para garantir a relevância dos estudos selecionados, sendo considerados: estudos experimentais e observacionais, que incluíssem mulheres atletas adultas de diferentes modalidades esportivas, tanto amadoras quanto profissionais e de elite. Além de diretrizes e consensos. Priorizaram-se publicações dos últimos 10 anos, permitindo a inclusão de referências clássicas ou fundamentais quando pertinentes para enriquecer a discussão.

Os critérios de exclusão foram estabelecidos para filtrar a pesquisa, não sendo considerados: estudos que não analisaram mulheres atletas ou que incluíram populações não atléticas; artigos que não estão disponíveis em inglês ou português; estudos duplicados; estudos em animais ou *in vitro* e; relatos de casos. A análise realizou-se de forma qualitativa, visando sintetizar as principais condutas e estratégias para manejo do cálcio e vitamina D na densidade mineral óssea e desempenho atlético em mulheres atletas.

A pesquisa foi conduzida por meio de uma busca sistemática nas bases de dados *PubMed* e *Scopus*, utilizando as seguintes palavras-chave indexadas no *DeCS/MeSH*: “cálcio”, “vitamina D”, “densidade mineral óssea” e “tríade da mulher atleta”. A busca inicial utiliza o código booleano ((*calcium* OR “*vitamin D*” OR “*bone mineral density*”) AND (“*female athlete triad*” OR “*female athlete*”)), sem filtros. Inicialmente, foram identificados 2.464 estudos. Posteriormente, foram aplicados os filtros de busca para critérios de elegibilidade, resultando na identificação de 100 estudos. Após a leitura dos títulos e resumos, 26 publicações foram selecionadas para revisão completa, sobrando 17 estudos. Por fim, 11 estudos foram incluídos para a revisão.

Figura 2 - Fluxograma da revisão narrativa para seleção dos artigos



5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suplementação de cálcio e vitamina D em atletas femininas tem sido amplamente estudada, visando melhorar a saúde óssea e o desempenho esportivo. Para fornecer uma visão abrangente das evidências existentes, a Tabela 3 apresenta as características e os resultados dos 11 estudos selecionados para esta revisão. Esta tabela inclui informações relevantes sobre o tipo de estudo, a amostra analisada, as intervenções realizadas, os desfechos investigados e os principais achados relacionados ao impacto da suplementação de cálcio e vitamina D. Esses dados permitem uma visão geral das evidências recentes disponíveis, facilitando a compreensão das metodologias adotadas e dos resultados obtidos, além de contribuir para a análise crítica dos efeitos dessas intervenções na saúde óssea e no desempenho esportivo das participantes.

Tabela 3 - Características e resultados dos estudos selecionados

REFERÊNCIA	TIPO DE ESTUDO	MICRONUTRIENTE DE INTERESSE	DOSAGEM	TEMPO DO ESTUDO	AMOSTRA	OBJETIVO	DESFECHO
WYON, Matthew A. et al. The influence of winter vitamin D supplementation on muscle function and injury occurrence in elite ballet dancers: a controlled study. <i>Journal of science and medicine in sport</i> , v. 17, n. 1, p. 8-12, 2014.	Estudo controlado prospectivo	Vitamina D3	2000 IU/dia	4 meses	24 bailarinos clássicos de elite (13 mulheres)	Avaliar os efeitos da suplementação oral de vitamina D3 no desempenho físico e na ocorrência de lesões em bailarinos clássicos de elite.	O grupo intervenção apresentou aumento significativo na força isométrica (18,7%) e na altura do salto vertical (7,1%), além de menor ocorrência de lesões em comparação ao controle.
DUBNOV-RAZ, Gal et al. Vitamin D supplementation and physical performance in adolescent swimmers. <i>International journal of sport nutrition and exercise metabolism</i> , v. 25, n. 4, p. 317-325, 2015.	Estudo randomizado, controlado por placebo	Vitamina D3 oral	2.000 IU/dia	12 semanas	53 nadadores adolescentes	Examinar o efeito da suplementação de vitamina D3 no desempenho físico de nadadores adolescentes com insuficiência de vitamina D.	A suplementação elevou os níveis séricos de 25(OH)D (média de +9,3 ng/ml em relação ao placebo), mas não houve melhora significativa no desempenho físico em nenhuma das variáveis analisadas.
BACKX, E. M. P. et al. The impact of 1-year vitamin D supplementation on vitamin D status in athletes: a dose-response study. <i>European journal of clinical nutrition</i> , v. 70, n. 9, p. 1009-1014, 2016.	Estudo randomizado, duplo-cego, de dose-resposta	Vitamina D3 oral	400, 1100 ou 2200 IU por dia	12 meses	128 atletas altamente treinados (48 mulheres)	Avaliar a prevalência de deficiência de vitamina D em atletas e definir a dosagem necessária de vitamina D3 para prevenir a deficiência ao longo de um ano.	Após 1 ano, o grupo de 2200 IU/dia apresentou aumento significativo na concentração de 25(OH)D ($+20 \pm 10,8$ ng/ml), em comparação com os grupos de 1100 IU/dia ($+10 \pm 9,2$ ng/ml) e sem suplemento ($+1,6 \pm 6,8$ ng/ml). 80% dos atletas do grupo de 2200 IU/dia alcançaram uma concentração suficiente de 25(OH)D.

BRÄNNSTRÖM, André et al. Vitamin D in relation to bone health and muscle function in young female soccer players. European journal of sports science, v. 17, n. 2, p. 249-256, 2017.	Estudo transversal observacional	Vitamina D	Não aplicável	2 meses	19 jogadoras de futebol feminino	Investigar o status de 25(OH)D em relação às qualidades e funções óssea e muscular.	Nenhuma correlação significativa entre 25(OH)D e parâmetros de qualidade ou função óssea e muscular, exceto correlação moderada com o tempo até o pico de torque na extensão do joelho.
CARSWELL, Alexander T. et al. Influence of vitamin D supplementation by sunlight or oral D3 on exercise performance. Medicine and science in sports and exercise, v. 50, n. 12, p. 2555, 2018.	Estudo de coorte prospectivo	Vitamina D3	Não aplicável	12 semanas	1.313 participantes (346 mulheres)	Determinar a relação entre níveis de vitamina D e desempenho físico.	Níveis de 25(OH)D correlacionaram-se positivamente com desempenho de resistência, mas não com força ou potência.
GAFFNEY-STOMBERG, Erin et al. Calcium and vitamin D supplementation and bone health in Marine recruits: effect of season. Bone, v. 123, p. 224-233, 2019.	Randomizado, controlado por placebo	Cálcio e Vit. D	2000 mg de cálcio e 1000 IU de vitamina D, divididos em duas doses diárias (2 barras/d)	12 semanas	197 recrutas (90 mulheres)	Avaliar se a suplementação com cálcio e vitamina D melhora a saúde óssea em recrutas durante o treinamento militar, e se o efeito varia de acordo com a estação do ano.	A suplementação com cálcio e vitamina D elevou 25(OH)D e reduziu marcadores de renovação óssea. A DMO e a força óssea aumentaram no treinamento. No inverno, 25(OH)D aumentou em ambos os grupos; no verão, caiu no placebo (- 3,2 ng/ml) e foi mantido com Ca + D.
ALIMORADI, Karamollah et al. Efficacy of vitamin D supplementation in physical performance of Iranian elite athletes. International journal of preventive medicine, v. 10, n. 1, p. 100, 2019.	Ensaio clínico controlado e randomizado	Vitamina D	50.000 IU/semana	8 semanas	70 atletas (33 mulheres)	Avaliar eficácia da suplementação na performance atlética.	Aumento médio de 17 ng/mL nos níveis séricos de 25(OH)D no grupo suplementado. Melhora significativa no teste de força e no teste de sprint em comparação ao grupo placebo.
WYON, Matthew A. et al. Effect of vitamin D on muscle function and injury in elite adolescent dancers: a randomized double-blind study. International Journal of Sports Physiology and Performance, v. 14, n. 1, p. 55-59, 2019.	Estudo randomizado, controlado, com placebo	Vitamina D3 oral	120.000 IU/semana (120 comprimidos de 1000 IU)	1 semana	67 participantes (29 mulheres)	Avaliar o efeito da suplementação de vitamina D na função muscular e incidência de lesões em dançarinos.	Aumento significativo de 57% na 25(OH)D3, aumento de 7,8% na força isométrica ($p=0,022$), diminuição na incidência de lesões traumáticas (10,9% no grupo intervenção vs 31,8% no grupo placebo, $p<0,02$).

JAKSE, Bostjan et al. Bone health among indoor female athletes and associated factors; a cross-sectional study. Research in Sports Medicine, v. 28, n. 3, p. 314-323, 2020.	Estudo transversal comparativo	Cálcio e Vit. D	Não aplicável	Não aplicável	31 atletas femininas de alto nível	Comparar a DMO, níveis de vitamina D (25(OH)D) e cálcio sérico entre atletas de esportes com e sem impacto.	32% das atletas tinham níveis adequados de 25(OH)D (>30 ng/mL); DMO maior nas ginastas ($1,24 \pm 0,11$ g/cm 2) em comparação com nadadoras ($0,85 \pm 0,09$ g/cm 2). Não houve correlação entre 25(OH)D e DMO.
MILLWARD, David et al. Association of serum vitamin D levels and stress fractures in collegiate athletes. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, v. 8, n. 12, p. 2325967120966967, 2020.	Estudo de coorte	Vitamina D	Não aplicável*	8 semanas	802 atletas universitários (305 mulheres)	Avaliar a associação da suplementação com redução do risco de fraturas por estresse e a diferença nos níveis de vitamina D entre esportes indoor e outdoor.	Correção dos níveis baixos de vitamina D reduziu o risco de fratura por estresse em 12%. Atletas de esportes indoor apresentaram maior risco de deficiência de vitamina D.
STOJANOVIĆ, Emilija et al. Vitamin D3 supplementation reduces serum markers of bone resorption and muscle damage in female basketball players with vitamin D inadequacy. European Journal of Sport Science, v. 22, n. 10, p. 1532-1542, 2022.	Ensaios clínicos randomizados, duplo-cego, controlado por placebo	Vitamina D3 oral	4.000 IU/dia	6 semanas	24 jogadoras de basquete	Investigar o efeito da suplementação de vitamina D3 sobre os níveis séricos de 25(OH)D, renovação óssea (osteocalcina e CTx-I) e dano muscular (LDH e CK) em jogadoras de basquete com status baixo de vitamina D.	- Grupo vitamina D: melhora não significativa na 25(OH)D e na renovação óssea; redução significativa de LDH. - Grupo placebo: Redução significativa em 25(OH)D; aumentos significativos em CTx-I e CK.

Notas: *Ajustada para atingir ≥ 40 ng/mL.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

5.1 Método de consumo de cálcio e vitamina D

Nos estudos analisados, todos os protocolos de suplementação de vitamina D e de cálcio foram por via oral na forma de cápsulas (10 estudos) ou na forma de barra alimentar (1 estudo). A dosagem de vitamina D utilizada na maioria dos estudos foi entre 1.000-4.000 UI/dia. O período de suplementação variou entre 1 semana a 12 meses. A suplementação foi administrada no intervalo de 24h (dose diária) na maioria dos estudos, com alguns protocolos utilizando dosagens semanais.

Alimoradi et al. (2019) observaram uma eficácia significativa da suplementação de altas doses de vitamina D (50.000 UI/semana), com um aumento médio nas concentrações séricas de 25(OH)D de $17,3 \pm 16,9$ ng/mL ($P < 0,001$). No estudo de Wyon et al. (2019), houve aumento significativo nos níveis de 25(OH)D3 no grupo de intervenção (120.000 UI/semana), em 57%, após a suplementação de vitamina D, estando em consonância com os resultados de outros estudos que observaram melhorias nos níveis séricos de vitamina D.

Todos os estudos usaram vitamina D3, que parece ser mais eficaz em relação à vitamina D2, devido à sua maior afinidade pelos receptores de vitamina D (TODD et al., 2015). A grande variação nos protocolos utilizados indica a necessidade de mais estudos para padronizar as recomendações para suplementação específicas para mulheres atletas.

Outro ponto relevante a ser destacado é a heterogeneidade das amostras nos estudos selecionados. As populações estudadas variaram entre atletas e amadores, com amostras compostas apenas por mulheres ou mistas, abrangendo diferentes idades e modalidades esportivas. Essa diversidade pode influenciar os resultados, uma vez que as necessidades nutricionais e a resposta à suplementação de vitamina D e cálcio podem ser distintas dependendo do nível de treinamento, idade e do tipo de esporte praticado.

Os estudos também destacaram o papel do ambiente e hábitos esportivos na regulação de vitamina D. A maioria dos estudos traz que a prevalência de inadequação de vitamina D é maior no inverno e primavera em comparação ao verão e outono, com risco aumentado em latitudes maiores que 40°N (HARJU et al., 2022;

FARROKHYAR et al., 2015). Assim, a suplementação de vitamina D mostrou ser eficaz em aumentar os níveis séricos de 25(OH)D em diversos contextos esportivos.

Jakse et al. (2020) mostraram que nadadoras (43%) tinham níveis séricos de 25(OH)D superiores às ginastas (23%), refletindo maior exposição solar. Similarmente, Millward et al. (2020) identificaram níveis médios 3,7 ng/mL mais altos em atletas outdoor em relação a indoor. Para atletas com exposição limitada ao sol, a suplementação de vitamina D pode ser necessária para evitar esses riscos (ARMENTO et al., 2023). Já Backx et al. (2016) observaram um aumento significativo de 20 ± 11 ng/mL em mulheres atletas suplementadas com 2.200 UI/dia, com 85% alcançando níveis suficientes (≥ 30 ng/mL) após 3 meses, comparado ao grupo controle. Similarmente, Dubnov-Raz et al. (2015) identificaram uma elevação média de $29,6 \pm 6,5$ ng/mL no grupo suplementado (2.000 UI/dia), enquanto o placebo permaneceu com média de $20,3 \pm 4,2$ ng/mL ($p < 0,001$).

Stojanović et al. (2022) demonstraram uma modesta elevação no status de vitamina D ($p = 0,06$) com 4.000 UI/dia em jogadoras de basquete, destacando que apenas 33% alcançaram suficiência. Já no estudo de Gaffney-Stomberg et al. (2019), recrutas suplementadas com 1.000 UI/dia mantiveram níveis séricos estáveis durante o verão, enquanto o placebo apresentou redução (-3,2 ng/mL; $p = 0,001$). O estudo de Farrokhyar et al. (2017) investigou a suplementação de vitamina D em atletas, destacando que doses ≥ 3.000 UI/dia aumentam significativamente os níveis de vitamina D, especialmente em regiões com baixa exposição solar. Ademais, a suplementação contínua de 2.000 UI/dia foi eficaz no verão/primavera, mas insuficiente no inverno.

Em relação à dose de ataque, o uso de doses acima de 4.000 UI/dia, como 50.000 UI/semana ou 120.000 UI/semana, tem gerado debates sobre seus efeitos benéficos ou maléficos. A toxicidade da vitamina D é geralmente associada a doses acima de 4.000-10.000 UI/dia, dependendo da referência utilizada. No entanto, alguns estudos utilizam doses muito mais altas, como 50.000 UI/semana ou 120.000 UI/semana, com o objetivo de aumentar rapidamente os níveis séricos de vitamina D. A questão sobre a segurança e os benefícios dessas doses elevadas continua a ser uma área de pesquisa importante, uma vez que, embora algumas evidências sugiram

eficácia, o uso prolongado de doses tão altas pode representar riscos de efeitos adversos, como hipercalcemia e danos renais.

A suplementação de vitamina D, embora necessária em casos de insuficiência, apresenta eficácia variável e depende de fatores como exposição solar e níveis pré-existentes da vitamina. Os benefícios são mais evidentes em casos de deficiência grave, enquanto atletas com níveis adequados podem não apresentar melhorias significativas com a suplementação (DE LA PUENTE YAGÜE et al., 2020).

5.2 Efeito da vit. D e do cálcio no desempenho físico

A maioria dos estudos mostrou que a suplementação de vitamina D e de cálcio melhora o desempenho físico, através do aumento da força isométrica, da resistência, velocidade, do pico de torque, do VO₂máx e, da diminuição da incidência de lesões.

Nos parâmetros de força muscular, o estudo de Wyon et al. (2019), mostrou que o grupo intervenção, que consumiu 120.000 IU de vitamina D3 (120 comprimidos contendo 1.000 IU cada em 1 semana), apresentou aumento significativo na força muscular (3%; P = 0,022), enquanto o grupo placebo apresentou redução na força. Embora os testes de potência, como os saltos, não tenham mostrado melhorias, a suplementação de vitamina D reduziu significativamente a ocorrência de lesões traumáticas, com apenas 11,42% das atletas no grupo suplementado apresentando lesões, em comparação com o grupo placebo. Esses resultados indicam que a suplementação de vitamina D pode ser eficaz para melhorar a saúde muscular e reduzir o risco de lesões em atletas femininas.

Em atletas militares, Carswell et al. (2018) correlacionaram níveis elevados de vitamina D a melhorias de 3% na resistência, com redução no tempo de corrida de 1,5 milha (667 ± 44 s vs. 699 ± 54 s; P < 0,001). No entanto, não houve impacto significativo na força máxima. Além disso, a suplementação reduziu a taxa de lesões em vários estudos. Wyon et al. (2014) registraram uma incidência de apenas 0,55 lesões/1000 horas entre bailarinas suplementadas, em comparação a 1,87/1000 horas no grupo controle (p = 0,005).

Porém, alguns estudos sugerem que o impacto da suplementação é mais pronunciado em atletas com deficiência de vit. D. Brännström et al. (2017) observaram que, em jogadoras de futebol com níveis médios de 25(OH)D de $20,2 \pm 5,1$ ng/mL, a vitamina D não apresentou correlação significativa com a maioria dos parâmetros ósseos e musculares, exceto com o tempo de pico de torque ($r = -0,50$, $p = 0,03$). Da mesma forma, Millward et al. (2020) relataram que a suplementação não reduziu significativamente fraturas por estresse em mulheres. No entanto, mulheres com níveis baixos de vitamina D apresentaram uma taxa 19% maior de fraturas por estresse ($P < 0,001$). O estudo de Stojanović et al. (2022), apresentou que a suplementação de vitamina D3, em jogadoras de basquete com deficiência deste micronutriente, houve uma redução significativa nos danos musculares ($p=0,004$) e na reabsorção óssea, evidenciada pela diminuição de marcadores como a osteocalcina.

Em certos estudos a suplementação de vitamina D tem se mostrado eficaz na melhora do desempenho físico em atividades que exigem força e velocidade, como saltos verticais e sprints, com efeitos mais pronunciados em atletas que apresentam níveis de 25(OH)D inferiores a 30 ng/mL (WICIŃSKI et al., 2019). No entanto, no estudo de Close et al. (2013), a suplementação de vitamina D3 foi avaliada em atletas com deficiência inicial (~20,4 ng/mL), onde as doses de 20.000 e 40.000 IU/semana corrigiram os níveis séricos de 25[OH]D em 6 semanas, mas não melhoraram o desempenho físico. Similarmente, Selvan et al. (2023) revisaram a eficácia da suplementação de vitamina D em atletas de elite, associando a inadequação de vitamina D a desempenho físico prejudicado, especialmente no inverno. A suplementação melhorou os níveis de vitamina D e componentes físicos, mas os efeitos sobre força e potência foram inconclusivos.

Já a revisão de Wyatt et al. (2024) apontou que a suplementação de vitamina D pode melhorar VO₂máx, força e potência em atletas, além de aumentar a testosterona total. Porém, apesar de benefícios na saúde óssea, a relação entre 25(OH)D e DMO foi inconclusiva. Em outro estudo, foi analisada a relação entre os níveis de 25(OH)D e testosterona em atletas de elite, mas sem encontrar correlação significativa entre ambos (KRZYWAŃSKI et al., 2020).

Desta forma, os resultados reforçam o papel da vitamina D no manejo da saúde óssea e muscular, particularmente em contextos de baixa exposição solar, como o

inverno. Esses achados destacam os benefícios da suplementação de vitamina D para a prevenção de danos musculares e manutenção da DMO, contribuindo para o desempenho e a saúde geral das atletas.

5.3 Efeitos da vit. D e do cálcio na densidade mineral óssea

Os estudos encontrados apresentaram que a suplementação da vitamina D e do cálcio tem efeito positivo na melhora da função óssea e muscular, na renovação óssea, e na diminuição das fraturas por estresse.

As variáveis ambientais e o estilo de vida desempenham um papel significativo no risco de fraturas por estresse, que podem ser classificados em fatores de risco modificáveis e não modificáveis. Entre os fatores modificáveis, destacam-se as deficiências nutricionais e o nível de condicionamento físico, os quais estão diretamente relacionados ao estilo de vida adotado. Já a DMO, considerada um fator não modificável, exerce influência crucial na previsão de fraturas por estresse como já discutido anteriormente (ABBOTT et al., 2023).

Além disso, algumas variáveis como: amenorreia, uso de contraceptivos, idade, histórico de tabagismo e nível de atividade física, são determinantes importantes no risco de fraturas por estresse. Mulheres fisicamente ativas que apresentam amenorreia, assim como aquelas que utilizam contraceptivos ou são fumantes, têm chances maiores de sofrerem fraturas, quando comparadas a outras mulheres (LAPPE, Joan et al., 2008).

Aproximadamente 90% da DMO no osso é alcançada durante a infância e adolescência. Os 10% restantes acontecem entre os 20 e 35 anos. A quantidade total de mineral que pode ser depositada no osso é determinada geneticamente, mas exercício, hormônios e ingestão de cálcio são fatores muito importantes. Atividades de alto impacto, como salto e corrida, e esportes que incluem atividades como

ginástica ajudam crianças e adolescentes a formarem ossos fortes (DUNFORD, 2012).

A vitamina D desempenha um papel crucial na absorção de cálcio e na manutenção da saúde óssea, especialmente em atletas com deficiência dessa vitamina. Embora a relação direta entre vitamina D e DMO não tenha sido estatisticamente significativa, os estudos de Jakse et al. (2020) e Brännström et al. (2017), apresentaram melhorias nos marcadores indiretos de renovação óssea. O estudo de Stojanović et al. (2022), indicou que a suplementação de vitamina D3 pode reduzir a reabsorção óssea em atletas com deficiência de vitamina D, ao diminuir os marcadores séricos associados à reabsorção óssea como os telopeptídeos C (CTx-I) e osteocalcina ($p < 0,05$). Adicionalmente, Gaffney-Stomberg et al. (2019) destacaram que a combinação de vitamina D e cálcio (2000 mg/dia) em recrutas do Corpo de Fuzileiros Navais resultou em menor renovação óssea, particularmente em mulheres com baixos níveis séricos iniciais.

Estudos mostram que a combinação de cálcio e vitamina D pode reduzir a incidência de fraturas por estresse, como evidenciado em recrutas femininas da Marinha dos EUA (GAFFNEY-STOMBERG, Erin et al., 2019). Contudo, a suplementação de cálcio, isoladamente, como no estudo de Rourke et al. (1998), não apresentou resultados significativos em relação à DMO, especialmente após um ano de intervenção. Esses achados sugerem que o impacto da suplementação de cálcio pode ser mais evidente em populações mais jovens, antes do pico da DMO, e pode exigir um período de intervenção mais longo para que os efeitos sejam mais notáveis.

Aumentar a ingestão de cálcio, seja por alimentos ou suplementos, promove um pequeno aumento na DMO com resultados semelhantes para ambas as fontes, ademais, um aumento de 1-2% parece ser relevante para a saúde óssea. Estudos epidemiológicos indicam que uma mudança de 10% na DMO pode reduzir o risco de fraturas em até 50%. Contudo, o aumento modesto proporcionado pelo cálcio não é suficiente para gerar benefícios clinicamente significativos na prevenção de fraturas (TAI et al., 2015).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta revisão destacam a importância do consumo adequado de vitamina D e cálcio para a saúde do sistema musculoesquelético de mulheres atletas, especialmente em casos de baixa exposição solar ou ingestão insuficiente desses nutrientes. Esses fatores desempenham um papel fundamental na prevenção de lesões e na redução de marcadores de reabsorção óssea. No entanto, a relação entre esses nutrientes e o desempenho atlético ainda apresenta evidências inconsistentes, com a influência de fatores como treinamento, composição corporal e ambiente tornando-se determinantes adicionais. Estudos sugerem que o impacto da vitamina D no desempenho atlético é mais pronunciado em atletas com deficiência desse nutriente.

Em relação à saúde óssea, não foi observada uma correlação forte entre níveis séricos de vitamina D e a densidade mineral óssea. Contudo, a combinação de vitamina D e cálcio demonstra uma maior correlação na diminuição do risco de lesões e fraturas. A suplementação conjunta desses dois nutrientes parece ser mais eficaz para a melhoria da densidade mineral óssea em comparação com a suplementação isolada.

Embora a suplementação de cálcio e vitamina D além da dose recomendada possa não oferecer benefícios significativos para mulheres que já atendem às necessidades nutricionais, ela pode ser benéfica em casos específicos, como dificuldades de absorção, baixa exposição solar e deficiência desses nutrientes. É importante ressaltar que, embora a suplementação seja benéfica, o consumo excessivo de vitamina D e cálcio pode levar à toxicidade, com efeitos adversos como hipercalcemia e danos renais. Portanto, é essencial buscar orientação profissional e monitorar os níveis séricos para evitar superdosagens.

Limitações importantes deste estudo incluem a falta de padronização nos protocolos de suplementação, a influência de variáveis externas como fatores ambientais, dieta e treinamento, e a escassez de informações sobre o impacto isolado do cálcio em pesquisas mais recentes. Nenhum dos estudos que avaliou o

desempenho físico abordou o efeito do cálcio, o que limita a compreensão plena de seu papel.

Em síntese, a suplementação de cálcio e vitamina D, especialmente em mulheres atletas com deficiência ou em risco de deficiências, pode ser importante para a saúde óssea e prevenção de lesões. Contudo, mais estudos controlados e com protocolos uniformizados são necessários para aprofundar a compreensão da interação entre esses nutrientes e o desempenho atlético, considerando os fatores limitantes, como a ingestão dietética e as condições individuais de cada atleta.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, Alexandra et al. Part II: risk factors for stress fractures in female military recruits. **Military Medicine**, v. 188, n. 1-2, p. 93-99, 2023.

ABUSHAMMA, Amani Adeeb. The effects of vitamin D supplementation on athletic performance and injury prevention. **Journal of Sports Medicine and Allied Health Sciences: Official Journal of the Ohio Athletic Trainers Association**, v. 8, n. 2, p. 3, 2022.

ALIMORADI, Karamollah et al. Efficacy of vitamin D supplementation in physical performance of Iranian elite athletes. **International journal of preventive medicine**, v. 10, n. 1, p. 100, 2019.

ARMENTO, Aubrey et al. Bone Health in Young Athletes: A Narrative Review of the Recent Literature. **Current Osteoporosis Reports**, v. 21, n. 4, p. 447-458, 2023.

BACKX, E. M. P. et al. The impact of 1-year vitamin D supplementation on vitamin D status in athletes: a dose-response study. **European journal of clinical nutrition**, v. 70, n. 9, p. 1009-1014, 2016.

BRÄNNSTRÖM, André et al. Vitamin D in relation to bone health and muscle function in young female soccer players. **European journal of sport science**, v. 17, n. 2, p. 249-256, 2017.

CARSWELL, Alexander T. et al. Influence of vitamin D supplementation by sunlight or oral D3 on exercise performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 50, n. 12, p. 2555, 2018.

CLOSE, Graeme L. et al. The effects of vitamin D3 supplementation on serum total 25 [OH] D concentration and physical performance: a randomised dose-response study. **British journal of sports medicine**, v. 47, n. 11, p. 692-696, 2013.

COELHO, Alexandra Ruivo et al. The female athlete triad/relative energy deficiency in sports (RED-S). **Revista Brasileira de ginecología e obstetrícia**, v. 43, n. 05, p. 395-402, 2021.

CORMICK, Gabriela; BELIZÁN, Jose M. Calcium intake and health. **Nutrients**, v. 11, n. 7, p. 1606, 2019.

DAILY, Jennifer P.; STUMBO, Jessica R. Female Athlete Triad. **Primary care**, v. 45, n. 4, p. 615-624, 2018.

DE LA PUENTE YAGÜE, Mirian et al. Role of vitamin D in athletes and their performance: current concepts and new trends. **Nutrients**, v. 12, n. 2, p. 579, 2020.

DUBNOV-RAZ, Gal et al. Vitamin D supplementation and physical performance in adolescent swimmers. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 25, n. 4, p. 317-325, 2015.

DUNFORD, Marie. **Fundamentos de nutrição no esporte e no exercício**. 1. ed. Barueri, SP: Editora Manole Saúde, 2012. 208 p.

FARROKHYAR, Forough et al. Effects of vitamin D supplementation on serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and physical performance in athletes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Sports Medicine**, v. 47, p. 2323-2339, 2017.

FARROKHYAR, Forough et al. Prevalence of vitamin D inadequacy in athletes: a systematic-review and meta-analysis. **Sports medicine**, v. 45, p. 365-378, 2015.

GAFFNEY-STOMBERG, Erin et al. Calcium and vitamin D supplementation and bone health in Marine recruits: effect of season. **Bone**, v. 123, p. 224-233, 2019.

GHAZZAWI, Hadeel Ali et al. Exploring the relationship between micronutrients and athletic performance: A comprehensive scientific systematic review of the literature in sports medicine. **Sports**, v. 11, n. 6, p. 109, 2023.

GIBBS, Jenna C. et al. Prevalence of individual and combined components of the female athlete triad. **Med Sci Sports Exerc**, v. 45, n. 5, p. 985-996, 2013.

GOOLSBY, Marci A.; BONIQUIT, Nicole. Bone health in athletes: the role of exercise, nutrition, and hormones. **Sports health**, v. 9, n. 2, p. 108-117, 2017.

HARJU, Tilda et al. Prevalence and novel risk factors for vitamin D insufficiency in elite athletes: systematic review and meta-analysis. **European Journal of Nutrition**, v. 61, n. 8, p. 3857-3871, 2022.

INDIRLI, Rita et al. Bone health in functional hypothalamic amenorrhea: What the endocrinologist needs to know. **Frontiers in Endocrinology**, v. 13, p. 946695, 2022.

JAKSE, Bostjan et al. Bone health among indoor female athletes and associated factors; a cross-sectional study. **Research in Sports Medicine**, v. 28, n. 3, p. 314-323, 2020.

KRZYWAŃSKI, Jarosław et al. Is vitamin D status reflected by testosterone concentration in elite athletes?. **Biology of Sport**, v. 37, n. 3, p. 229-237, 2020.

KUNSTEL, Katherine. Calcium requirements for the athlete. **Current sports medicine reports**, v. 4, n. 4, p. 203-206, 2005.

LAPPE, Joan et al. Calcium and vitamin D supplementation decreases incidence of stress fractures in female navy recruits. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 23, n. 5, p. 741-749, 2008.

MCCLUNG, James P.; GAFFNEY-STOMBERG, Erin; LEE, Jane J. Female athletes: a population at risk of vitamin and mineral deficiencies affecting health and performance. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 28, n. 4, p. 388-392, 2014.

MEHLENBECK, Robyn S. et al. A pilot intervention to increase calcium intake in female collegiate athletes. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 14, n. 1, p. 18-29, 2004.

MILLWARD, David et al. Association of serum vitamin D levels and stress fractures in collegiate athletes. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 8, n. 12, p. 2325967120966967, 2020.

MOUNTJOY, Margo et al. International Olympic Committee (IOC) consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 28, n. 4, p. 316-331, 2018.

MOUNTJOY, Margo et al. The IOC consensus statement: beyond the female athlete triad—relative energy deficiency in sport (RED-S). **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 7, p. 491-497, 2014.

NOSE-OGURA, Sayaka et al. Management of the female athlete triad. **Journal of Obstetrics and Gynaecology Research**, v. 44, n. 6, p. 1007-1014, 2018.

PADOVANI, Renata Maria et al. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, v. 19, p. 741-760, 2006.

PEELING, Peter; SIM, Marc; MCKAY, Alannah KA. Considerations for the consumption of vitamin and mineral supplements in athlete populations. **Sports Medicine**, v. 53, n. Suppl 1, p. 15-24, 2023.

RIBBANS, William J. et al. Vitamin D and the athlete–patient: state of the art. **Journal of ISAKOS**, v. 6, n. 1, p. 46-60, 2021.

ROBERTSON, Sherry; BENARDOT, Dan; MOUNTJOY, Margo. Nutritional recommendations for synchronized swimming. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 24, n. 4, p. 404-413, 2014.

ROURKE, Kathleen et al. Effect of calcium supplementation on bone mineral density in female athletes. **Nutrition Research**, v. 18, n. 5, p. 775-783, 1998.

SANAR SAÚDE. **A contribuição da suplementação de vitamina D para os implantes.** Disponível em: <https://blog.sanarsaude.com/portal/carreiras/artigos-noticias/columnista-odontologia-A-contribuicao-da-suplementacao-da-vitamina-D-para-os-implantes>. Acesso em: 28 jan. 2025.

SELVAN, Vijay et al. Can vitamin D supplementation influence the physical components and performance of athletes with deficiency? A systematic review. **Physiotherapy Quarterly**, v. 31, n. 2, p. 7-13, 2023.

SOUTHMAYD, Emily A.; HELLMERS, Adelaide C.; DE SOUZA, Mary Jane. Food versus pharmacy: assessment of nutritional and pharmacological strategies to improve bone health in energy-deficient exercising women. **Current osteoporosis reports**, v. 15, p. 459-472, 2017.

STOJANOVIĆ, Emilia et al. Vitamin D3 supplementation reduces serum markers of bone resorption and muscle damage in female basketball players with vitamin D inadequacy. **European Journal of Sport Science**, v. 22, n. 10, p. 1532-1542, 2022.

TAI, Vicky et al. Calcium intake and bone mineral density: systematic review and meta-analysis. **Bmj**, v. 351, 2015.

TENFORDE, Adam S.; KRAUS, Emily; FREDERICSON, Michael. Bone stress injuries in runners. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics**, v. 27, n. 1, p. 139-149, 2016.

TODD, Joshua J. et al. Vitamin D: recent advances and implications for athletes. **Sports medicine**, v. 45, p. 213-229, 2015.

VALLIANT, Melinda W. The female athlete triad and relative energy deficiency in sport: knowledge of both can improve the health of female athletes. **Strength & Conditioning Journal**, v. 38, n. 2, p. 35-39, 2016.

WICIŃSKI, Michał et al. Impact of vitamin D on physical efficiency and exercise performance—A review. **Nutrients**, v. 11, n. 11, p. 2826, 2019.

WINTERS-STONE, Kerri M.; SNOW, Christine M. One year of oral calcium supplementation maintains cortical bone density in young adult female distance runners. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 14, n. 1, p. 7-17, 2004.

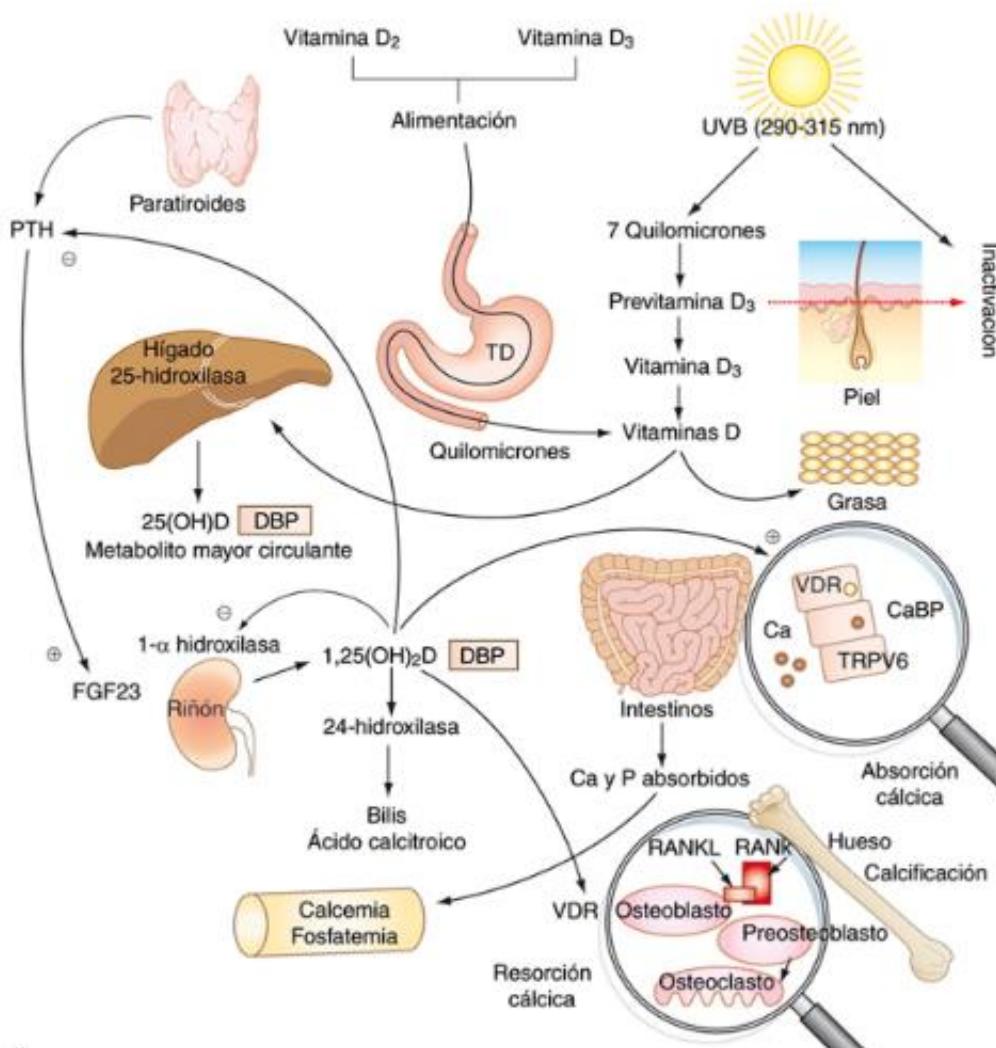
WYATT, Phillip B. et al. Effects of Vitamin D Supplementation in Elite Athletes: A Systematic Review. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 12, n. 1, p. 23259671231220371, 2024.

WYON, Matthew A. et al. Effect of vitamin D on muscle function and injury in elite adolescent dancers: a randomized double-blind study. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 1, p. 55-59, 2019.

WYON, Matthew A. et al. The influence of winter vitamin D supplementation on muscle function and injury occurrence in elite ballet dancers: a controlled study. **Journal of science and medicine in sport**, v. 17, n. 1, p. 8-12, 2014.

ANEXOS

Anexo I - A interação da vitamina D com o organismo



Fonte: SANAR SAÚDE. **A contribuição da suplementação de vitamina D para os implantes.** Disponível em: <https://blog.sanarsaude.com/portal/carreiras/artigos-noticias/columnista-odontologia-A-contribuicao-da-suplementacao-da-vitamina-D-para-os-implantes>. Acesso em: 26 jan. 2025.