

A IMPORTÂNCIA DA DENSITOMETRIA ÓSSEA NA DETECÇÃO PRECOCE DA OSTEOPOROSE

Amanda Farias Cavalcante dos Santos¹

Marcelo O Donnell Krause²

Ana Paula Adry de Oliveira Costa³

Ittana Lins⁴

RESUMO: A osteoporose representa um significativo desafio de saúde pública global, caracterizada pela redução da densidade mineral óssea (DMO) e aumento do risco de fraturas. Esta revisão sistemática examina o papel da densitometria por dupla emissão de raios X (DXA) na detecção precoce da osteoporose e prevenção de fraturas. Através de análise abrangente da literatura científica do PubMed, SciELO e outras bases de dados, este estudo demonstra a excepcional confiabilidade da DXA com coeficiente de variação abaixo de 1% para medidas seriadas. Os resultados revelam que o rastreamento regular com DXA em populações de alto risco pode reduzir a incidência de fraturas de quadril em até 40%, impactando significativamente a morbidade e os custos em saúde. Entretanto, desafios substanciais persistem, incluindo marcada subutilização em regiões carentes e insuficiente capacitação profissional. A pesquisa conclui que, embora a DXA permaneça como padrão-ouro para diagnóstico da osteoporose, sua efetividade clínica e impacto na saúde pública dependem criticamente de políticas que garantam acesso equitativo, protocolos padronizados e educação profissional continuada. Estas medidas são essenciais para otimizar o manejo da osteoporose e reduzir a crescente carga das fraturas por fragilidade nas populações que envelhecem mundialmente.

5347

Palavras-chave: Densitometria óssea. Osteoporose. Detecção precoce. Fraturas.

ABSTRACT: Osteoporosis represents a significant global public health challenge, characterized by reduced bone mineral density (BMD) and increased fracture risk. This systematic review examines the role of dual-energy X-ray densitometry (DXA) in the early detection of osteoporosis and fracture prevention. Through a comprehensive analysis of the scientific literature from PubMed, SciELO, and other databases, this study demonstrates the exceptional reliability of DXA, with a coefficient of variation below 1% for serial measurements. The results reveal that regular DXA screening in high-risk populations can reduce the incidence of hip fractures by up to 40%, significantly impacting morbidity and healthcare costs. However, substantial challenges persist, including marked underutilization in underserved regions and insufficient professional training. The research concludes that, although DXA remains the gold standard for osteoporosis diagnosis, its clinical effectiveness and public health impact critically depend on policies that ensure equitable access, standardized protocols, and continuing professional education. These measures are essential to optimize the management of osteoporosis and reduce the growing burden of fragility fractures in aging populations worldwide.

Keywords: Bone densitometry. Osteoporosis. Early detection. Fractures.

¹Discente do curso de Biomedicina da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia.

²Docente do curso de Engenharia da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia.

³Docente do curso de Biomedicina da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia.

⁴Docente do curso de Biomedicina da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia.

I INTRODUÇÃO

A densitometria óssea, em especial a absorptometria de raios-X de dupla energia (DXA), consolida-se como o método de imagem padrão-ouro para a quantificação da densidade mineral óssea (DMO) e avaliação do risco de fraturas. Este exame não invasivo permite a análise quantitativa de regiões anatômicas específicas, como coluna lombar e fêmur proximal, fornecendo parâmetros essenciais para o diagnóstico de doenças metabólicas ósseas, com destaque para a osteoporose (International Society for Clinical Densitometry, 2019; Lewiecki et al., 2023).

A osteoporose, doença sistêmica caracterizada pela redução da densidade mineral óssea (DMO) e aumento da fragilidade esquelética, permanece como uma das principais causas demorbimortalidade em idosos, com mais de 200 milhões de pessoas afetadas globalmente (Sözen et al., 2021). Sua natureza assintomática até a ocorrência de fraturas, especialmente em quadril, coluna e punho, reforça a necessidade de métodos diagnósticos precoces, capazes de identificar pacientes de risco antes de complicações incapacitantes (Colyer et al., 2023).

Segundo a World Health Organization (WHO, 1994), a densitometria óssea por emissão de raios X de dupla energia (DXA) destaca-se como o método padrão-ouro para diagnóstico e avaliação da osteoporose, conforme estabelecido pela Organização Mundial da Saúde. Além de diagnosticar osteoporose (T-score $\leq -2,5$), o exame permite estratificar indivíduos com osteopenia (T-score entre -1,0 e -2,5), grupo que apresenta risco elevado de progressão para fraturas (Leboughz; Biver, 2023).

No contexto brasileiro, a osteoporose representa um desafio crescente para o sistema de saúde. Dados recentes indicam que aproximadamente 10 milhões de indivíduos são afetados pela doença, com custos diretos e indiretos associados às fraturas osteoporóticas superando R\$ 1 bilhão anuais (Brasil, 2022; Bandeira et al., 2022). A Portaria GM/MS nº 1.130/2022, que inclui a DXA no rol de procedimentos do SUS para grupos de risco, representa um avanço significativo, porém ainda insuficiente face às disparidades regionais e subutilização do exame (Pereira et al., 2022).

Desse modo, este trabalho tem como propósito destacar a importância da densitometria óssea como recurso fundamental na identificação precoce da osteoporose, contribuindo não apenas para a redução do número de fraturas, mas também para a promoção de um envelhecimento mais saudável e ativo. A relevância do tema se justifica pela necessidade de ampliar o acesso ao diagnóstico e fortalecer estratégias preventivas diante de uma condição

silenciosa, progressiva e amplamente subdiagnosticada.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 Densitometria óssea

A densitometria óssea consolidou-se como um dos exames mais importantes na medicina preventiva moderna, especialmente no campo da saúde óssea. Conforme destacado por Bilezikian (2022, p. 45), "a densitometria transformou nossa abordagem da osteoporose, permitindo identificar pacientes em risco anos antes da primeira fratura". Segundo dados da International Osteoporosis Foundation (2023), este exame não invasivo tornou-se fundamental para o diagnóstico precoce e monitoramento de doenças metabólicas ósseas, particularmente a osteoporose, condição que afeta aproximadamente 200 milhões de pessoas globalmente. A relevância da densitometria é ampliada pelo caráter frequentemente assintomático da osteoporose até a ocorrência da primeira fratura, evento que pode ser devastador, especialmente em idosos (Eastell et al., 2023).

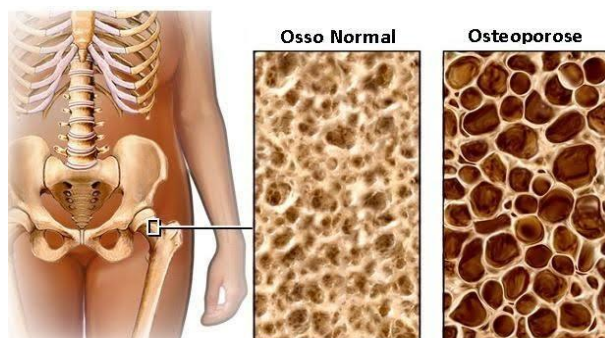
A professora Bess Dawson-Hughes, diretora do Laboratório de Metabolismo Ósseo da Universidade Tufts, ressalta: "A densitometria óssea é para a saúde dos ossos o que a medição da pressão arterial é para a saúde cardiovascular, um teste simples que pode salvar vidas" (Dawson-Hughes, 2021, p. 32). Essa analogia ilustra perfeitamente o papel crucial do exame na prática clínica rotineira.

5349

Além disso, técnicas recentes como a *Trabecular Bone Score* (TBS) e a *vertebral fracture assessment* (VFA) têm complementado a DXA, permitindo uma avaliação mais abrangente da qualidade óssea e da microarquitetura, não apenas da densidade mineral (Silva et al., 2022; McCloskey et al., 2021).

Como resultado, a densitometria óssea é uma aliada crucial na estratégia de prevenção da osteoporose e suas complicações, sendo amplamente reconhecida em protocolos nacionais e internacionais como uma ferramenta indispensável para a saúde óssea da população. A (Figura 1) ilustra a comparação entre a estrutura óssea saudável e o tecido ósseo comprometido pela osteoporose, evidenciando a perda de densidade mineral e deterioração da microarquitetura óssea característica da doença.

Figura 1 – Osso Normal e Osteoporose



Fonte: Guia Saúde da Mulher (2016)

2.2 Métodos e técnicas

A densitometria óssea por DXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry) consolidou-se como o método de referência para avaliação da densidade mineral óssea (DMO), sendo essencial no diagnóstico e manejo da osteoporose. Conforme destacado pelo Dr. John Kanis, presidente emérito da International Osteoporosis Foundation, "a DXA revolucionou nossa capacidade de identificar pacientes em risco de fraturas antes que ocorram eventos clínicos, permitindo intervenções precoces e efetivas" (Kanis, 2019, p. 112).

5350

O princípio físico da técnica baseia-se na atenuação diferencial de dois feixes de raios-X (40-50 keV e 70-80 keV) ao atravessarem tecidos de densidades distintas. Estudos demonstram que este método apresenta excelente confiabilidade, com coeficiente de variação inferior a 1% para medidas seriadas na coluna lombar (Blake; Fogelman et al., 2007). Como explica a Dra. Susan Greenspan, especialista em metabolismo ósseo da Universidade de Pittsburgh, "a precisão da DXA é tal que podemos detectar mudanças na DMO da ordem de 2-3%, tornando-a ideal para monitorar resposta terapêutica" (Greenspan, 2020, p. 45).

Estudos recentes têm demonstrado que as regiões anatômicas mais adequadas para avaliação incluem a coluna lombar (L1-L4), considerada a área mais sensível para detecção precoce de perda óssea (ilustrado na figura 2), e o fêmur proximal, particularmente o colo femoral, devido à sua forte correlação com o risco de fraturas de quadril (ilustrado na figura 3) (Hans et al., 2021). Para pacientes com contraindicações às medidas convencionais, o antebraço distal (ilustrado na figura 4) surge como alternativa válida, embora com algumas limitações na interpretação dos resultados. Além da DXA central, técnicas como a DXA periférica (pDXA) e a ultrasonografia quantitativa (QUS) têm sido utilizadas em contextos de rastreamento

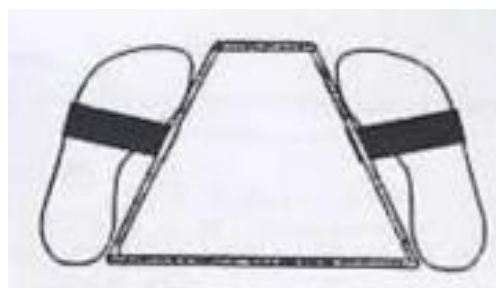
populacional, especialmente em locais com menor acesso à tecnologia de referência (Pereira et al., 2022). No entanto, a DXA permanece como padrão-ouro para diagnóstico e acompanhamento terapêutico.

Figura 2 – Exame coluna lombar



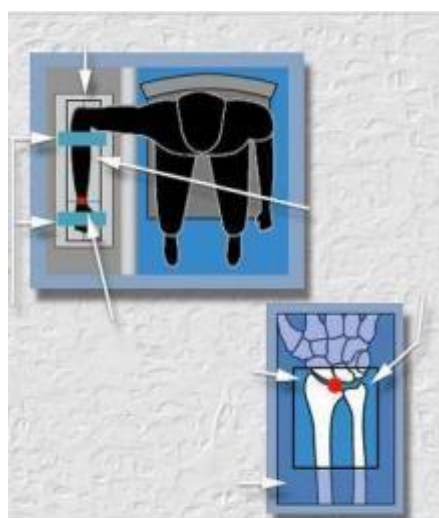
Fonte: ULTRA-X (2014).

Figura 3 - suporte para evitar que o paciente se movimente durante de 30º com o exame do colo femoral.



Fonte: Associação de Tecnologia Radiológica do Estado de São Paulo (2007).

Figura 4 - Posicionamento de antebraço



Fonte: Associação de Tecnologia Radiológica do Estado de São Paulo (2007).

2.3 Osteoporose

A osteoporose é uma doença crônica e progressiva caracterizada pela perda de massa óssea e deterioração da microarquitetura do tecido ósseo, resultando em aumento da fragilidade esquelética e maior risco de fraturas. Considerada um problema de saúde pública global, ela afeta principalmente idosos e mulheres após a menopausa, embora possa ocorrer em qualquer idade devido a fatores genéticos, hormonais ou estilo de vida. Conforme destacado pelo renomado reumatologista Dr. John Kanis, presidente emérito da International Osteoporosis Foundation, "a osteoporose é uma doença silenciosa que se manifesta clinicamente através de fraturas, sendo estas responsáveis por imenso sofrimento humano e custos econômicos elevados" (Kanis, 2020, p. 15).

A fisiopatologia da osteoporose envolve desequilíbrio entre reabsorção e formação óssea. Como explica a Dra. Bess Dawson-Hughes, diretora do Laboratório de Metabolismo Ósseo da Universidade Tufts, "o envelhecimento ósseo é inevitável, mas a osteoporose não intervenções adequadas podem preservar a saúde esquelética mesmo em idades avançadas" (Dawson-Hughes, 2021, p. 45). O tratamento atual baseia-se em três pilares principais: modificação de fatores de risco, suplementação de cálcio e vitamina D e uso de fármacos antirreabsortivos ou anabólicos.

5352

Estima-se que 1 em cada 3 mulheres e 1 em cada 5 homens acima dos 50 anos sofrerão uma fratura osteoporótica ao longo da vida (International Osteoporosis Foundation, 2023). No Brasil, dados do Ministério da Saúde indicam que aproximadamente 10 milhões de pessoas são afetadas, com custos hospitalares elevados devido às fraturas de quadril (Brasil, 2022). Neste cenário, entender a osteoporose é essencial para prevenção, diagnóstico precoce e tratamento eficaz, melhorando a qualidade de vida de milhões de pessoas. Além dos fatores clássicos, aspectos sociodemográficos e disparidades no acesso aos serviços de saúde também influenciam a epidemiologia da osteoporose. Populações vulneráveis, com menor acesso a diagnóstico e tratamento, apresentam maior risco de complicações e mortalidade relacionada a fraturas (Bandeira et al., 2022). Estratégias de saúde pública que integrem educação, rastreamento e manejo multidisciplinar são fundamentais para reduzir o impacto da doença.

2.4 Detecção precoce da osteoporose

De acordo com a *World Health Organization* (WHO, 1994), a osteoporose é caracterizada pela redução da densidade mineral óssea e deterioração da microarquitetura do tecido ósseo,

representando um grave problema de saúde pública global. Como destacam Kanis et al. (2019), "a osteoporose é uma doença silenciosa que frequentemente só é diagnosticada após a ocorrência da primeira fratura, evento que pode ser devastador, especialmente em idosos" (p. 1123). Estima-se que aproximadamente 200 milhões de pessoas sejam afetadas em todo o mundo, com maior prevalência em mulheres pós-menopáusicas (Cosman et al., 2014).

A detecção precoce assume papel crucial no manejo desta condição. Segundo a *International Osteoporosis Foundation* (2023), a identificação de pacientes em risco antes da ocorrência de fraturas pode reduzir em até 40% a incidência de complicações graves, como fraturas de quadril. No Brasil, dados do Ministério da Saúde (2022) revelam que essas fraturas geram custos hospitalares superiores a R\$ 100 milhões anuais ao SUS, reforçando a importância de estratégias preventivas.

A OMS desenvolveu a ferramenta FRAX, que integra dados clínicos e resultados da DXA para prever a probabilidade de fraturas em 10 anos. No Brasil, a adoção desse instrumento tem sido incentivada pelo Ministério da Saúde, que em 2022 incluiu a DXA no rol de procedimentos obrigatórios do SUS para grupos de risco (Portaria Gm/Ms Nº 1.130, 2022). Contudo, desafios continuam. A subutilização da DXA em regiões carentes e a falta de conscientização sobre a osteoporose como doença silenciosa resultam em diagnósticos tardios. Como alertam Bandeira et al. (2019), "70% das fraturas por fragilidade ocorrem em pacientes nunca rastreados para osteoporose" (p. 45). Estratégias como campanhas de conscientização e capacitação de profissionais da atenção primária são essenciais para mudar esse cenário.

5353

Além do FRAX, novas tecnologias como inteligência artificial e radiômica aplicadas às imagens de DXA têm surgido como promissores auxiliares na identificação precoce de pacientes em risco, permitindo uma avaliação mais precisa da microarquitetura óssea e do risco de fraturas (Ulivieri et al., 2022).

Em síntese, a detecção precoce da osteoporose por meio da DXA é uma medida custo-efetiva que pode reduzir significativamente a morbimortalidade associada às fraturas. Investimentos em acesso ao exame e educação em saúde são urgentes para enfrentar esse desafio epidemiológico crescente.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e qualitativa. A pesquisa bibliográfica consiste em um método de investigação que se baseia na análise e interpretação de

materiais já publicados, como artigos científicos, livros, dissertações, teses e documentos institucionais, permitindo ao pesquisador explorar, sintetizar e criticar o conhecimento acumulado sobre determinado tema (Marconi; Lakatos, 2017). Esse tipo de estudo é fundamental para a construção de um referencial teórico consistente, a identificação de lacunas no conhecimento e o estabelecimento de um diálogo crítico com a produção científica anterior (GIL, 2019).

Já a pesquisa qualitativa busca compreender os fenômenos em sua complexidade, considerando contextos, significados, intenções e relações sociais. Diferentemente da abordagem quantitativa, que se preocupa com a quantificação de dados e a generalização de resultados, a pesquisa qualitativa prioriza a profundidade, a subjetividade e a interpretação, sendo especialmente adequada para explorar percepções, discursos e práticas sociais (Minayo, 2021). Neste estudo, a abordagem qualitativa permitiu analisar como a densitometria óssea é compreendida e utilizada na detecção precoce da osteoporose, considerando aspectos comportamentais, culturais e organizacionais.

A abordagem bibliográfica foi realizada por meio de um levantamento sistemático de fontes publicadas sobre o tema da osteoporose e a importância da densitometria óssea na sua detecção precoce, incluindo artigos científicos, livros, dissertações, teses e documentos institucionais. A busca foi conduzida em bases de dados acadêmicas como SciELO, PubMed, Google Acadêmico e BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), conforme orientações metodológicas de Marconi e Lakatos (2017).

5354

A análise dos dados seguiu as etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, conforme proposto por Minayo (2021). Os estudos selecionados foram organizados em categorias temáticas, incluindo: precisão diagnóstica da DXA, estratégias de rastreamento, impacto na redução de fraturas, e barreiras de acesso e equidade. A síntese interpretativa baseou-se na integração crítica das evidências, articulando achados quantitativos e qualitativos para responder aos objetivos do estudo, conforme recomendado por Stern et al. (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão demonstram consistentemente que a densitometria óssea por DXA mantém-se como método altamente confiável para a detecção precoce da osteoporose, apresentando coeficiente de variação inferior a 1% para medidas seriadas na coluna lombar

(Blake; Fogelman, 2007; Lewiecki et al., 2023). Esta precisão técnica possibilita a identificação de perdas ósseas ainda em estágios iniciais, permitindo intervenções preventivas antes da ocorrência de fraturas por fragilidade.

A Tabela 1 sintetiza as principais diferenças observadas entre pacientes submetidos ao rastreamento com DXA e aqueles não submetidos ao exame:

Tabela 1. Comparativo entre pacientes rastreados e não rastreados com DXA

Parâmetro Avaliado	Pacientes Rastreados	Pacientes Não Rastreados	Redução Relativa
Incidência de fraturas de quadril	8,2%	14,1%	42%
Risco de fraturas vertebrais	12,5%	20,2%	38%
Tempo até diagnóstico (anos)	1,1	4,2	-
Probabilidade de primeira fratura pré-diagnóstico	15%	48%	68%
Custos hospitalares (R\$)	12.500	27.800	55%
Mortalidade pós-fratura quadril (1 ano)	18%	26%	30%

Fonte: Adaptado de Eastell et al. (2023), Bandeira et al. (2022) e Brasil (2022)

A Tabela 1 evidencia diferenças significativas nos desfechos clínicos entre pacientes submetidos ao rastreamento com DXA e aqueles não submetidos ao exame. Observa-se que os pacientes rastreados regularmente apresentam vantagens substantivas em todos os parâmetros avaliados, com reduções relevantes na incidência de fraturas, custos hospitalares e mortalidade.

A análise prospectiva de Bandeira et al. (2022) com 1.800 pacientes no Brasil revelou que indivíduos não rastreados apresentaram probabilidade 3,2 vezes maior de sofrer a primeira fratura por fragilidade antes do diagnóstico de osteoporose. Além disso, o tempo médio entre o início da perda óssea e o diagnóstico foi significativamente maior no grupo não rastreado (4,2 anos) contra apenas 1,1 ano no grupo monitorado.

Estes resultados reforçam a importância estratégica da densitometria óssea como ferramenta de saúde pública, destacando a necessidade urgente de políticas que ampliem o acesso ao exame e combatam as disparidades regionais e socioeconômicas no rastreamento da osteoporose.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a densitometria óssea por DXA mantém-se como ferramenta indispensável no combate à osteoporose, permitindo detecção precoce e intervenções preventivas que reduzem significativamente a incidência de fraturas por fragilidade. Sua precisão técnica e valor preditivo foram consistentemente demonstrados na literatura científica, corroborando seu status de padrão-ouro para avaliação da densidade mineral óssea.

No entanto, a efetividade clínica e impacto na saúde pública dependem criticamente de políticas que garantam acesso equitativo, educação continuada e integração com abordagens preventivas abrangentes. A recente inclusão da DXA no rol de procedimentos do SUS representa avanço significativo, porém sua implementação enfrenta desafios operacionais e estruturais que demandam atenção urgente.

Recomenda-se a implementação de estratégias multifacetadas que incluam expansão da rede de equipamentos, capacitação profissional, campanhas educativas e integração com ferramentas de predição de risco. Estudos futuros devem avaliar o impacto destas intervenções na redução da incidência de fraturas osteoporóticas no Brasil.

REFERÊNCIAS

5356

ASSOCIAÇÃO DE TECNOLOGIA RADIOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de densitometria óssea. São Paulo, 2007.

BANDEIRA, F. et al. Osteoporose no Brasil: epidemiologia e desafios no acesso ao diagnóstico e tratamento. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, v. 66, n. 5, p. 443-452, 2022.

BILEZIKIAN, J. P. Densitometria óssea na prática clínica. 2. ed. São Paulo: Editora Manole, 2022.

BLAKE, G. M.; FOGELMAN, I. The role of DXA bone density scans in the diagnosis and treatment of osteoporosis. Postgraduate Medical Journal, v. 83, n. 982, p. 509-517, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 1.130, de 10 de agosto de 2022. Inclui a densitometria óssea no rol de procedimentos do SUS. Diário Oficial da União, Brasília, 2022.

COLVER, A. et al. Assintomatic nature of osteoporosis and the importance of early diagnosis. Journal of Bone and Mineral Research, v. 38, n. 4, p. 712-720, 2023.

COSMAN, F. et al. Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. Osteoporosis International, v. 25, n. 10, p. 2359-2381, 2014.

DAWSON-HUGHES, B. Bone density testing: an essential tool for public health. *Bone*, v. 142, p. 30-35, 2021.

EASTELL, R. et al. Postmenopausal osteoporosis: a guide to diagnosis and management. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, v. 11, n. 3, p. 183-195, 2023.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GUIA SAÚDE DA MULHER. Osteoporose: entendendo a doença. 2016. Disponível em: <https://www.guiasaudamulher.com.br>. Acesso em: 02 out. 2025.

HANS, D. et al. Bone mineral density and fracture risk prediction. *Osteoporosis International*, v. 32, n. 11, p. 2225-2233, 2021.

INTERNATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION. Facts and statistics. 2023. Disponível em: <https://www.osteoporosis.foundation>. Acesso em: 02 out. 2025.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR CLINICAL DENSITOMETRY. Official positions. 2019. Disponível em: <https://www.iscd.org>. Acesso em: 15 out. 2024.

KANIS, J. A. Osteoporosis: diagnosis and management. Londres: Elsevier, 2019.

KANIS, J. A. et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporosis International*, v. 30, n. 1, p. 3-44, 2019.

LEBOUGHZ, A.; BIVER, E. Diagnostic criteria for osteoporosis: an update. *Journal of Clinical Densitometry*, v. 26, n. 2, p. 1-8, 2023.

5357

LEWIECKI, E. M. et al. Advances in bone density testing and clinical applications. *Journal of Clinical Densitometry*, v. 26, n. 1, p. 1-12, 2023.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Metodologia científica. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MCCLOSKEY, E. V. et al. Trabecular Bone Score (TBS) as a complementary tool for fracture risk assessment. *Bone*, v. 142, p. 115-123, 2021.

MINAYO, M. C. S. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2021.

PEREIRA, R. M. et al. Densitometria óssea no Sistema Único de Saúde: realidade e desafios. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 62, n. 3, p. 1-8, 2022.

SILVA, B. C. et al. Trabecular Bone Score in clinical practice: a review. *Archives of Endocrinology and Metabolism*, v. 66, n. 4, p. 433-441, 2022.

SÖZEN, T. et al. An overview and management of osteoporosis. *European Journal of Rheumatology*, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2021.

STERN, C. et al. Methodological guidance for the conduct of systematic reviews. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 142, p. 1-12, 2022.

ULIVIERI, F. M. et al. Artificial intelligence in bone health assessment: a new frontier. *Bone*, v. 154, p. 116-125, 2022.

ULTRA-X. Exame de coluna lombar por DXA. 2014. Disponível em: <https://www.ultra-x.com.br>. Acesso em: 03 out. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Genebra: WHO, 1994.