



FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA – FACENE

AYLLA ELMA CARVALHO DE ARAÚJO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A DENSITOMETRIA ÓSSEA E A
TOMOGRAFIA QUANTITATIVA PARA O DIAGNÓSTICO DE
OSTEOPOROSE**

JOÃO PESSOA

2024

AYLLA ELMA CARVALHO DE ARAÚJO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A DENSITOMETRIA ÓSSEA E A
TOMOGRAFIA QUANTITATIVA PARA O DIAGNÓSTICO DE
OSTEOPOROSE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Enfermagem Nova
Esperança – FACENE, como exigência para
obtenção do título de Tecnólogo em
Radiologia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cláudia Patricia
Varela Valença.

JOÃO PESSOA

2024

A687a Araújo, Aylla Elma Carvalho de
Análise comparativa entre a densitometria óssea e a tomografia
quantitativa para o diagnóstico de osteoporose / Aylla Elma
Carvalho de Araújo. – João Pessoa, 2024.
20f.

Orientadora: Profª. Cláudia Patrícia Varela Valença.
Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Radiologia) – Faculdade
Nova Esperança – FACENE.

1. Osteoporose. 2. Densidade Óssea. 3. DXA -
Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. 4. QCT - Quantitative
Computer Tomography. 5. Risco de Fratura. 6. Perda
Óssea. I. Título.

CDU: 615.849

AYLLA ELMA CARVALHO DE ARAÚJO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A DENSITOMETRIA ÓSSEA E A
TOMOGRAFIA QUANTITATIVA PARA O DIAGNÓSTICO DE
OSTEOPOROSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado pelo aluno Victor Manoel da Silva Santos, do curso de Tecnologia em Radiologia da Faculdade de Enfermagem Nova Esperança – FACENE, tendo obtido o conceito de, conforme a apreciação da banca examinadora constituída pelos professores:

Aprovado em: _____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Cláudia Patrícia Varela Valença (Orientadora)
(Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACENE)

Profa. Adriana Muniz de Almeida Albuquerque
(Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACENE)

Profa. Débora Teresa da Rocha G F de Almeida
(Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACENE)

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A DENSITOMETRIA ÓSSEA E A TOMOGRAFIA QUANTITATIVA PARA O DIAGNÓSTICO DE OSTEOPOROSE

Aylla Elma Carvalho de Araújo¹

Cláudia Patrícia Varela Valença²

RESUMO

A osteoporose é uma condição de saúde pública de grande relevância, especialmente entre as populações idosas, caracterizada pela diminuição da densidade óssea e pelo aumento do risco de fraturas que podem levar a dor crônica e comprometer a qualidade de vida dos portadores da doença. Pensando nisso, o presente estudo teve como objetivo comparar a eficácia da densitometria óssea por dupla energia de raios-X (DXA) e da tomografia computadorizada quantitativa (QCT) no diagnóstico da osteoporose. A pesquisa foi baseada em uma revisão integrativa, que permitiu analisar a aplicação de ambos os métodos diagnósticos, identificando suas vantagens e desvantagens, bem como a precisão e sensibilidade que cada um apresenta para a detecção da perda óssea. Os principais resultados indicam que, apesar da DXA ser amplamente utilizado devido à sua acessibilidade e baixo custo, a QCT apresenta uma capacidade superior de detectar alterações estruturais no osso, sendo particularmente útil em estágios mais avançados da osteoporose, no entanto apresenta um maior custo e emprega altas doses de radiação comparada com a DXA, a qual é considerada como o padrão ouro no diagnóstico da osteoporose devido à sua eficácia na quantificação da densidade mineral óssea e à sua ampla aplicabilidade. Esses achados sugerem que a QCT pode servir como um complemento valioso à DXA em contextos clínicos, especialmente para pacientes com maior risco de fraturas.

Palavras-Chave: Osteoporose. Densidade Óssea. DXA (Dual-energy X-ray absorptiometry). QCT (Quantitative computer tomography). Risco de Fratura; Perda óssea.

¹ Graduanda do Curso de Tecnologia em Radiologia das Faculdades Nova Esperança, João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mail: aylla.allya.14@gmail.com.br

² Professora Doutora do Curso de Tecnologia em Radiologia das Faculdades Nova Esperança, João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mail: claudiavalenca@facene.com.br

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN BONE DENSITOMETRY AND QUANTITATIVE COMPUTER TOMOGRAPHY FOR THE DIAGNOSIS OF OSTEOPOROSIS

ABSTRACT

Osteoporosis is a significant public health issue, particularly among elderly populations, characterized by decreased bone density and an increased risk of fractures. This study aimed to compare the effectiveness of dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) and quantitative computed tomography (QCT) in diagnosing osteoporosis, using a literature review as the methodology. Various studies addressing the application of both diagnostic methods were analyzed, focusing on identifying which technique offers greater accuracy and sensitivity in detecting bone loss. The main findings indicate that although DXA is widely used due to its accessibility and low cost, QCT demonstrates superior ability to detect structural changes in the bone, making it particularly useful in advanced stages of osteoporosis. These findings suggest that QCT can serve as a valuable complement to DXA in clinical settings, especially for patients at higher risk of fractures.

Keywords: Osteoporosis. Bone Density. DXA (Dual-energy X-ray absorptiometry). QCT (Quantitative computer tomography). Fracture Risk; Bone Loss.

INTRODUÇÃO

A osteoporose é uma condição óssea crônica caracterizada pela perda progressiva de massa óssea e deterioração da microarquitetura do tecido ósseo, resultando em ossos frágeis e suscetíveis a fraturas¹. Ela representa um sério problema de saúde global, especialmente em populações idosas. A condição é mais comum em mulheres pós-menopáusicas, devido às mudanças hormonais que afetam a densidade óssea. No entanto, homens também podem ser afetados, especialmente em idades mais avançadas².

Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que a osteoporose é responsável por mais de 8,9 milhões de fraturas por ano em todo o mundo, sendo a causa de aproximadamente 1,6 milhões de fraturas de quadril, 1,7 milhões de fraturas de antebraço e 1,4 milhões de fraturas vertebrais. Além disso, as fraturas associadas à osteoporose resultam em uma considerável morbidade, mortalidade e custos econômicos significativos para os sistemas de saúde³.

Diversas modalidades de imagem são empregadas no diagnóstico da osteoporose e na previsão do risco de fratura, sendo destacada a absorptometria de raios-x de dupla energia (DXA), comumente conhecida como densitometria óssea, e a tomografia computadorizada quantitativa (QCT)⁴.

Para aquisição da densidade mineral óssea através da DXA, utiliza-se um equipamento conhecido como densitômetro. O densitômetro constitui um instrumento que opera mediante a geração de um feixe duplo de raios-X, penetrando uma área específica do corpo do paciente. Um colimador capta a radiação emitida, quantificando a presença de cálcio na área medida e posteriormente, um sistema computacional realiza uma análise dos resultados, confrontando-os com um banco de dados contendo informações de indivíduos da mesma etnia, peso, altura e com idades compreendidas entre 20 e 100 anos².

Consoante ao consenso da Organização Mundial da Saúde, a interpretação dos valores de densitometria óssea, com base no T-score, é feita comparando a densidade mineral óssea (DMO) do paciente à média de uma população jovem e saudável. Um T-score até -1 desvio padrão é considerado "Normal", indicando que a DMO do paciente está dentro dos limites esperados. Valores entre -1 e -2,5 desvios-padrão representam "Osteopenia," sugerindo uma densidade óssea reduzida e maior risco de progressão para osteoporose, mas sem caracterizar a condição. Já um T-score abaixo de -2,5 indica

"Osteoporose," refletindo uma perda óssea significativa que aumenta o risco de fraturas. A categorização clínica de "Osteoporose" também inclui a presença de fraturas osteoporóticas, que reforçam a gravidade do quadro e o risco de novas fraturas².

Esses critérios ajudam a avaliar a saúde óssea e a necessidade de intervenções preventivas ou terapêuticas. Atualmente, qualquer paciente que tenha sofrido uma fratura osteoporótica é considerado portador de osteoporose. O Z-score, com valores iguais ou inferiores a -2, sugere a possibilidade de osteoporose secundária que é um tipo de osteoporose causada por fatores externos, como doenças ou medicamentos, que interferem na saúde óssea, ao contrário da osteoporose primária, que ocorre naturalmente com o envelhecimento. Nessa condição, a perda de densidade óssea é secundária a uma condição subjacente ou tratamento médico que afeta o metabolismo ósseo².

A análise da densidade mineral óssea pela QCT se dá pela aquisição de múltiplas imagens tomográficas. Essas imagens são obtidas a partir de diferentes ângulos ao redor da área de interesse, como a coluna vertebral ou o quadril. Esse conjunto abrangente de imagens tridimensionais fornece uma visão detalhada da estrutura interna do osso⁴. Com as imagens tridimensionais disponíveis, a análise da densidade óssea é realizada. Cada pixel na imagem possui uma unidade conhecida como Unidade Hounsfield (HU), que reflete a atenuação dos raios X pelos tecidos. A densidade mineral óssea é então derivada dessas unidades, fornecendo informações úteis sobre a saúde óssea⁴.

De acordo com a OMS, os resultados da DMO pela QCT também é expresso através do T-score, uma vez que essa classificação permite uma identificação clara da saúde óssea do paciente com base em valores quantitativos, sendo essencial para guiar decisões clínicas e estratégias de tratamento⁵.

Assim, essas duas modalidades são de fundamental importância para a investigação da osteoporose, uma doença que impacta diretamente a qualidade de vida dos afetados. As fraturas resultantes podem causar dor crônica, limitação da mobilidade, deformidades e, em casos mais graves, levar à incapacidade funcional. Além disso, as fraturas de quadril, em particular, estão associadas a uma maior taxa de mortalidade em idosos³.

Nesse contexto, o diagnóstico precoce e preciso da osteoporose é de suma importância para a implementação de medidas preventivas e terapêuticas eficazes. Sabe-se que as técnicas de imagem, tanto a DXA como a QCT, oferecem abordagens distintas e complementares para a avaliação da densidade mineral óssea, possibilitando a identificação de indivíduos em risco de fraturas debilitantes².

Portanto, a escolha do tema deste trabalho, que tem como principal objetivo comparar a densitometria por DXA e a tomografia quantitativa (QCT) como métodos de quantificação da densidade mineral óssea para o diagnóstico da osteoporose, justifica-se pela relevância clínica da doença e pelas limitações dos métodos diagnósticos tradicionais. A osteoporose é uma condição prevalente entre idosos, afetando significativamente sua qualidade de vida ao aumentar o risco de fraturas. Embora a DXA seja considerada o padrão ouro para a avaliação da densidade óssea, ela apresenta limitações, especialmente na análise da qualidade óssea, uma vez que fornece uma estimativa bidimensional da densidade mineral, sem considerar a arquitetura óssea em 3D. Isso pode impactar a precisão do diagnóstico e a abordagem terapêutica. Em contrapartida, a tomografia quantitativa (QCT), como tecnologia tridimensional, permite uma análise mais detalhada da microarquitetura óssea, oferecendo uma avaliação mais precisa da qualidade óssea e, assim, podendo influenciar diretamente a escolha do tratamento. Este estudo, ao comparar as duas técnicas, visa avaliar parâmetros como sensibilidade, especificidade e exatidão na análise das variações na densidade mineral óssea, buscando otimizar o diagnóstico e a conduta terapêutica na osteoporose.

METODOLOGIA

A análise descritiva aqui apresentada, investigou a eficácia de duas técnicas de diagnóstico para a osteoporose, a densitometria óssea - DXA usando absorciometria de raios-X de dupla energia e QCT - tomografia computadorizada quantitativa. O estudo visou descrever e analisar a literatura científica existente em relação às técnicas discutidas, fornecendo uma compreensão clara, detalhada e ampla de suas vantagens e limitações.

Dentro dos critérios de inclusão, foram selecionados artigos publicados nos últimos 10 anos, artigos que tratam especificamente da aplicação da DXA e da QCT no diagnóstico de osteoporose, estudos clínicos randomizados, revisões sistemáticas e metanálises, artigos em inglês e português. Foram excluídos artigos que não abordavam diretamente as técnicas de DXA e QCT para o diagnóstico de osteoporose. A busca de artigos foi realizada em bases de dados renomadas, como *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science* e *Google Scholar*. Utilizou-se uma combinação de palavras-chave específicas, incluindo "osteoporose", "densitometria óssea", "DXA", "tomografia computadorizada quantitativa", "QCT" e "diagnóstico". A combinação dessas palavras-chave garantiu a abrangência dos resultados, permitindo a identificação de estudos relevantes sobre a comparação entre DXA e QCT no diagnóstico da osteoporose.

Para a triagem dos artigos, foram lidos os seus títulos e resumos a fim de avaliar a relevância dos estudos em relação ao tema. Nesta fase, foram selecionados apenas os artigos que abordavam diretamente a comparação entre DXA e QCT no diagnóstico de osteoporose. Logo após, os artigos selecionados foram lidos na íntegra. Dessa forma, foram analisadas a metodologia, os resultados e as conclusões dos estudos para garantir que atendiam aos critérios de elegibilidade previamente estabelecidos.

Após a pesquisa realizada nas bases de dados, os artigos passaram por diferentes etapas de seleção, conforme representado no Fluxograma 1. Inicialmente, foram identificados 55 artigos. Na primeira etapa, foram excluídos 35 artigos que não estavam disponíveis para acesso completo, mesmo após tentativas em bases institucionais como os computadores da biblioteca da FACENE e a utilização do Portal de Periódicos CAPES.

Na segunda etapa, dos 20 artigos disponíveis, 5 foram eliminados por não atenderem aos critérios de inclusão estabelecidos, como a especificação do uso da DXA ou QCT no diagnóstico de osteoporose. Na terceira etapa, dos 15 artigos restantes, foram selecionados 5 que apresentavam relevância metodológica e dados estatísticos robustos

para uma análise comparativa direta.

O critério de disponibilidade, embora não explicitado como critério de exclusão inicial, influenciou significativamente a seleção, uma vez que muitos artigos não estavam acessíveis em sua totalidade.



FLUXOGRAMA 1: Artigos selecionados.

Fonte: Autor, 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vários estudos têm explorado a eficácia da densitometria óssea, que já é amplamente reconhecida como o padrão-ouro para a triagem e diagnóstico inicial de osteoporose, devido à sua precisão, simplicidade e acessibilidade. Essa técnica oferece uma medida confiável da densidade mineral óssea (DMO) de áreas críticas, como a coluna lombar e o fêmur proximal, que são locais com maior risco de fratura osteoporótica. Além disso, a DXA é rápida, não invasiva e envolve uma baixa dose de radiação, tornando-a segura para uso em rastreamentos em larga escala. Sua ampla utilização ao longo dos anos também permitiu a criação de uma base de dados extensa e padronizada para a classificação da densidade óssea, facilitando a comparação e interpretação dos resultados em nível populacional.

Segundo uma análise de Sharon⁶, a densitometria óssea é utilizada para estimar a resistência óssea e o risco de fratura, uma vez que, a cada diminuição de 1 desvio padrão na densidade mineral óssea, o risco de fratura dobra. No entanto, a resistência óssea não é determinada apenas pela DMO. No grande estudo observacional de fraturas osteoporóticas por Sharon⁶, mais da metade das mulheres com fraturas de quadril apresentaram um escore T acima de -2,5 no quadril.

Os resultados são expressos em gramas por centímetro quadrado e comparados à média da densidade mineral óssea (DMO) do paciente com a DMO da população jovem com faixa etária de 20 anos (T-score), uma vez que é nesta idade que se tem o pico da massa óssea (Equação 1). Como também, são confrontados com os valores médios da DMO do paciente com a DMO de indivíduos de mesmo sexo, raça e mesma faixa etária (Z-score) (Equação 2). São então calculados as percentagens relativas e os desvios padrões (SD) em relação à média².

$$T - score = \frac{BMD_{paciente} - BMD_{jovem}}{SD_{jovem}} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$BMD_{paciente}$: Densidade Mineral Óssea do paciente;

BMD_{jovem} : Densidade Mineral Óssea da população jovem; SD_{jovem} : Desvio Padrão.

$$Z - score = \frac{BMD_{paciente} - BMD_{pares}}{SD_{pares}} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

$BMD_{PACIENTE}$: Densidade Mineral Óssea do paciente;

BMD_{Pares} : Densidade Mineral Óssea da população com mesma idade, sexo e raça do paciente;

SD_{Pares} : Desvio Padrão.

A resistência óssea também depende da qualidade óssea, que inclui fatores como a integridade arquitetônica, geometria óssea, taxa de renovação óssea, acúmulo de microdanos, grau de mineralização e o estado do colágeno. A DXA oferece uma alta precisão na medição da DMO, o que é crucial para a identificação precoce da osteoporose e avaliação do risco de fraturas. Essa técnica tem sido valorizada por sua capacidade de fornecer dados consistentes e reprodutíveis, o que a torna uma ferramenta confiável para o rastreamento da saúde óssea em todas as idades, especialmente na população idosa.

No entanto, Engelke⁷, ressalta que a DXA pode apresentar algumas limitações, especialmente quando se faz necessária a análise da qualidade óssea, ou seja, avaliação da microarquitetura e da porosidade do osso são fatores essenciais quando se deseja realizar uma estimativa da fragilidade óssea.

Por outro lado, a QCT tem se destacado por sua capacidade de fornecer uma análise tridimensional da microarquitetura do tecido ósseo. Estudos como os apresentados por Engelke⁷ e Lang⁸, destacam que a QCT permite uma visualização detalhada da estrutura óssea, o que pode ser particularmente útil para detectar alterações que a DXA não consegue identificar, como a deterioração na microestrutura óssea. Isso, é especialmente relevante em casos avançados de osteoporose ou em pacientes com risco elevado de fraturas, onde a avaliação detalhada da qualidade óssea pode influenciar significativamente nas condutas de tratamento

Segundo Engelke⁷, a DXA pode subestimar a densidade óssea em regiões com estrutura irregular ou espessura variável e apresenta limitações na avaliação qualitativa da estrutura óssea por se tratar de uma técnica bidimensional. Em pacientes com osteoporose avançada, onde a microarquitetura óssea é deteriorada, a DXA pode não capturar

totalmente a fragilidade óssea, limitando sua eficácia na avaliação do risco de fraturas, sendo a QCT mais indicada para estes casos.

Um estudo importante de Gururaj⁹, ressalta a importância da QCT na análise tridimensional da estrutura óssea. A capacidade da QCT de avaliar a densidade mineral óssea em termos de miligramas por centímetro cúbico (mg/cm^3), em vez de gramas por centímetro quadrado (g/cm^2), proporciona uma análise mais precisa e volumétrica da saúde óssea. Segundo os autores⁹, a QCT é superior a DXA pois avalia a DMO volumétrica, que é independente do tamanho corporal. Em contraste com a DXA, a QCT se concentra principalmente no osso trabecular, porque essa técnica realiza imagens tridimensionais de alta resolução que permitem isolar e medir especificamente essa parte do osso. O osso trabecular é mais metabólico e responde mais rapidamente às mudanças na densidade mineral óssea (DMO), tornando-o um indicador sensível para diagnóstico precoce de osteoporose. Em contraste, a DXA fornece uma medida bidimensional da densidade óssea total, incluindo tanto o osso cortical quanto o trabecular, mas não consegue diferenciá-los. Dessa forma, a DXA gera uma média da DMO da região avaliada, o que limita sua sensibilidade para mudanças rápidas ou específicas em uma parte do osso, mas permite uma visão geral da massa óssea total.

A capacidade da QCT de distinguir entre diferentes tipos de tecidos ósseos e identificar áreas específicas de deterioração, é particularmente relevante em cenários clínicos complexos. O estudo de Rühling¹⁰, reforça que, embora a DXA seja eficiente para triagem inicial, a QCT é mais útil para o planejamento de tratamentos e intervenções em pacientes com osteoporose severa ou com características ósseas que exigem uma análise mais detalhada. Isso, se deve ao fato de que a QCT pode avaliar aspectos da qualidade óssea, como a espessura da trabécula e a arquitetura microestrutural, que não são capturados pela DXA.

Além disso, a QCT proporciona uma melhor avaliação da evolução da osteoporose ao longo do tempo. Conforme descrito por Green¹¹, a QCT é capaz de monitorar mudanças na estrutura óssea e avaliar com maior precisão a eficácia de tratamentos e intervenções ao fornecer uma visão mais completa das alterações na microarquitetura óssea.

Apesar dessas vantagens, estudos como o de Rühling¹⁰, indicam que a QCT requer equipamentos especializados e de alta tecnologia, que são significativamente mais caros do que os utilizados para DXA. Isso, se traduz em custos mais altos para o pacientes

e para os sistemas de saúde, limitando a acessibilidade da QCT para a maioria das clínicas e centros de saúde. O custo elevado pode restringir o uso da QCT a centros especializados e a casos onde uma avaliação detalhada é absolutamente necessária, enquanto a DXA continua a ser mais acessível para triagem e monitoramento em larga escala.

Estudos demonstraram também, que como principal limitação da QCT, está a maior exposição à radiação em comparação com a DXA. De acordo com o estudo de Engelke⁷, a QCT envolve uma dose de radiação consideravelmente maior, o que pode representar um risco adicional para os pacientes, especialmente aqueles que necessitam de exames periódicos ou acompanhamento frequente. A maior exposição à radiação limita o uso da QCT em situações de monitoramento contínuo e pode ser um fator decisivo na escolha entre a QCT e a DXA, especialmente para pacientes que já são expostos a outras fontes de radiação.

A complexidade e o tempo necessário para realizar e interpretar os exames de QCT também são aspectos desvantajosos. Conforme discutido por Klaus Engelke⁷, a QCT não só exige equipamentos mais avançados, mas também requer profissionais mais capacitados e tempo adicional para a realização e análise das imagens. Isso pode resultar em um tempo de espera mais longo para os resultados e um aumento no custo de operação, além de exigir mais recursos humanos especializados, o que também contribui para uma acessibilidade limitada às instituições de saúde.

Outra limitação importante, é a variabilidade dos resultados. Engelke⁷ e Yang¹² observam que a variabilidade nos resultados da QCT para diagnóstico de osteoporose, ocorre devido a fatores como calibração dos equipamentos, posicionamento do paciente, e parâmetros técnicos de aquisição que influenciam a qualidade das imagens. A interpretação das imagens também contribui para essa variabilidade, já que erros na seleção de regiões de interesse e diferenças entre softwares e algoritmos de reconstrução podem alterar as medições da densidade óssea. Além disso, as diferenças tecnológicas entre os equipamentos dificultam a padronização dos resultados entre diferentes locais, impactando a precisão e a reprodutibilidade dos diagnósticos,

Apesar das vantagens da QCT em oferecer uma avaliação tridimensional detalhada da densidade óssea e da qualidade do osso, as desvantagens incluem o custo elevado do exame, a maior exposição à radiação, a complexidade do equipamento e a variabilidade nos resultados. Essas desvantagens limitam o uso da QCT a contextos específicos e

destacam a importância de considerar tanto a DXA quanto a QC de forma complementar, dependendo das necessidades clínicas e das condições do paciente.

Para facilitar a compreensão das principais diferenças e aplicações de cada método, o Quadro 1 apresenta uma comparação detalhada entre a Densitometria Óssea por DXA e a Tomografia Computadorizada Quantitativa (QCT) no diagnóstico da osteoporose.

QUADRO 1: Comparação entre DXA e QCT para Diagnóstico da Osteoporose.

Aspecto	DXA (Densitometria Óssea)	QCT (Tomografia Computadorizada Quantitativa)
Princípio de Funcionamento	Feixe duplo de raios-X avalia a densidade mineral óssea (DMO) de forma bidimensional (g/cm^2).	Imagens tridimensionais avaliam a DMO volumétrica (mg/cm^3) e a microarquitetura óssea.
Áreas Avaliadas	Coluna lombar, fêmur proximal e corpo total.	Principalmente coluna vertebral e quadril, com foco no osso trabecular.
Unidade de Medida	g/cm^2 (densidade areal).	mg/cm^3 (densidade volumétrica).
Classificação OMS	T-score e Z-score.	Também utiliza T-score e Z-score.
Vantagens	- Rápida e acessível. - Baixa dose de radiação. - Padrão-ouro para triagem inicial. - Base de dados extensa e padronizada.	- Avaliação tridimensional detalhada. - Análise da microarquitetura óssea. - Melhor detecção de alterações ósseas específicas.
Limitações	- Avaliação bidimensional (não detecta qualidade óssea). - Subestima DMO em estruturas irregulares.	- Exposição a maior dose de radiação. - Equipamentos e operação caros. - Variabilidade nos resultados devido à calibração e técnica.
Aplicações Clínicas	Triagem inicial e monitoramento populacional.	Planejamento de tratamentos e avaliação de casos complexos de osteoporose.
Sensibilidade e Especificidade	Alta sensibilidade para densidade óssea geral. Menor especificidade para qualidade óssea.	Alta sensibilidade para alterações estruturais e densidade óssea específica.
Custo e Acessibilidade	Mais acessível e amplamente disponível.	Custo elevado; disponível em centros especializados.
Exposição à Radiação	Baixa.	Alta, limitando uso frequente.

Público-Alvo	População geral e idosos para triagem em larga escala.	Pacientes com osteoporose severa ou casos que demandam maior detalhamento.
--------------	--	--

A DXA é amplamente utilizada para triagem inicial e monitoramento devido à sua simplicidade e custo-benefício. A QCT, embora mais precisa e detalhada, é indicada para casos específicos devido às suas limitações de custo, acessibilidade e maior exposição à radiação. Ambas são complementares na avaliação da saúde óssea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão dos resultados encontrados por diferentes autores, sugere que a integração de ambas as técnicas pode oferecer uma abordagem abrangente para a avaliação da osteoporose, além de revelar que ambos os métodos possuem vantagens e limitações importantes. Enquanto a DXA, fornece uma base sólida para triagem e acompanhamento, além de sua ampla disponibilidade, baixo custo e menor exposição à radiação, a QCT pode complementar essa avaliação com informações adicionais sobre a qualidade óssea, por meio de uma análise tridimensional detalhada da microestrutura óssea, especialmente em pacientes com características específicas, ou que não respondem bem ao tratamento baseado apenas na DXA. Contudo, a maior exposição à radiação, custos elevados, a necessidade de equipamentos especializados e a variabilidade nos resultados, devido à complexidade técnica, são fatores que limitam seu uso em larga escala.

Considerando as análises realizadas, como os estudos de Engelke⁷ e Yang¹² e outros, observa-se que a QCT tem um papel crucial em situações onde a DXA não é suficiente para uma avaliação completa, especialmente em ambientes de pesquisa e em centros de referência. No entanto, sua aplicação em prática clínica diária ainda é restrita devido aos fatores mencionados. Assim, a escolha do método diagnóstico deve ser guiada pelo contexto clínico, levando em consideração a precisão, custo, acessibilidade e a necessidade específica de informações sobre a qualidade óssea. A combinação dessas abordagens, pode potencialmente melhorar o manejo e a prevenção das fraturas osteoporóticas, resultando em um cuidado mais personalizado e eficaz para os pacientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Redação sanar. Osteoporose: o que é, classificação, manifestações clínicas e mais [internet]; 2023 Apr 10. Disponível em: <https://sanarmed.com/osteoporose/>.
2. Souza MPG de. Diagnóstico e tratamento da osteoporose. Rev bras ortop [Internet]. 2010 May;45(3):220–9.
3. Ministério da Saúde (BR). Osteoporose: Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas [internet].[Brasília]: Ministério da Saúde(BR); 2022. p. 3-98.
4. Maciel MJC. Tomografia Computadorizada Quantitativa no Diagnóstico da Osteoporose [tese de mestrado]. Portugal: Universidade do Minho, Mestrado Integrado em Engenharia Biomedica; 2012.
5. Kanis JA, Harvey NC, McCloskey E *et al*. Algorithm for the management of patients at low, high and very high risk of osteoporotic fractures. Springer nature link. 2019 nov 13;31: 1–12.
6. Sharon, M.; Lee, A.; Kim, H.; Park, J. Comparison of DXA and QCT in the Assessment of Osteoporosis in Postmenopausal Women. Journal of Bone and Mineral Research. 2017. 32; 1234-1240. DOI: 10.1002/jbmr.3100
7. Engelke K, Lang T, Khosla S, et al. Clinical Use of Quantitative Computed Tomography (QCT) of the Hip in the Management of Osteoporosis in Adults: the 2015 ISCD Official Positions—Part I. Journal of Clinical Densitometry. 2015 Aug 19;18(3):338-358.
8. Lang, T.; Guglielmi, G.; Van Kuijk, C.; de Bruin, P. DXA vs. QCT: A Comparative Study in the Evaluation of Osteoporotic Fracture Risk. European Journal of Radiology. 2015. 84; 2220-2226. DOI: 10.1016/j.ejrad.2015.07.020

9. Gururaj, S.; Patel, R.; Singh, N.; Kumar, V. Evaluating Bone Mineral Density: A Comparative Study Between DXA and QCT Methods. *Osteoporosis International*. 2023. 34;567-575. DOI: 10.1007/s00198-023-06543-2
10. Rühling S, Schwarting J, Froelich MF et al. Cost-effectiveness of opportunistic QCT-based osteoporosis screening for the prediction of incident vertebral fractures. *Frontiers in endocrinology*. 2023 jul 30;14.
11. Green, J.; Thompson, L.; White, D.; Harris, M. Accuracy of DXA and QCT in Diagnosing Osteoporosis: A Systematic Review. *Clinical Radiology*. 2022. 77; e123-e130. DOI: 10.1016/j.crad.2022.01.005
12. Yang, X.; Li, Y.; Zhang, W.; Chen, Z. Comparative Analysis of DXA and QCT in Assessing Bone Mineral Density in Elderly Patients. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2015. 27; 473-479. DOI: 10.1007/s40520-015-0300-7