



CENTRO UNIVERSITÁRIO META DO AMAPÁ - CEUMAP

CURSO DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

GABRIEL TAINON LIMA DA COSTA

ISABELLA MONÇÃO FIGUEIREDO

YNGRED DA SILVA DO ROSÁRIO

**RAIOS X PARA DENSITOMETRIA ÓSSEA: ANÁLISE DE EQUIPAMENTOS EM
USO POR REGIÃO BRASILEIRA EM 10 ANOS (2014 A 2024)**

Macapá

2025

GABRIEL TAINON LIMA DA COSTA
ISABELLA MONÇÃO FIGUEIREDO
YNGRED DA SILVA DO ROSÁRIO

**RAIOS X PARA DENSITOMETRIA ÓSSEA: ANÁLISE DE EQUIPAMENTOS EM
USO POR REGIÃO BRASILEIRA EM 10 ANOS (2014 A 2024)**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentado ao
Colegiado do Curso de Tecnologia em Radiologia do
Centro Universitário Meta do Amapá, como requisito
parcial à obtenção do grau de Tecnólogo em
Radiologia, sob a Orientação da Profa. Me. Caroline de
Fátima Ribeiro Silva.

Macapá
2025

GABRIEL TAINON LIMA DA COSTA
ISABELLA MONÇÃO FIGUEIREDO
YNGRED DA SILVA DO ROSÁRIO

**RAIOS X PARA DENSITOMETRIA ÓSSEA: ANÁLISE DE EQUIPAMENTOS EM
USO POR REGIÃO BRASILEIRA EM 10 ANOS (2014 A 2024)**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentado ao Colegiado do Curso de Tecnologia em Radiologia do Centro Universitário META do Amapá, como requisito parcial à obtenção do grau de Tecnólogo em Radiologia, sob a Orientação da Profa. Me. Caroline de Fátima Ribeiro Silva

FICHA DE AVALIAÇÃO

Data de aprovação: ____/____/____

Banca examinadora

Orientador (a)

O Profa. Me. Caroline de Fátima Ribeiro Silva.

Docente do Colegiado do Curso de Tecnologia em Radiologia do Centro Universitário Meta do Amapá. - CEUMAP

1º. Avaliador (a)

Prof. Esp. Jefferson Luiz Monteiro Sanches

Docente do Colegiado do Curso de Tecnologia em Radiologia do Centro Universitário Meta do Amapá. - CEUMAP

2º. Avaliador (a)

Prof.^a Esp. Letícia Gomes de Oliveira

Docente do Colegiado do Curso de Tecnologia em Radiologia do Centro Universitário Meta do Amapá. - CEUMAP

RAIOS X PARA DENSITOMETRIA ÓSSEA: ANÁLISE DE EQUIPAMENTOS EM USO POR REGIÃO BRASILEIRA EM 10 ANOS (2014 A 2024)

Gabriel Tainon Lima da Costa¹, Isabella Monção Figueiredo¹,
Yngred da Silva do Rosário¹, Caroline de Fátima Ribeiro Silva².

¹ Concluinte do Curso de Tecnólogo em Radiologia do Centro Universitário META do Amapá - CEUMAP

² Orientador Docente do Colegiado do Curso de Tecnólogo em Radiologia do Centro Universitário META do Amapá - CEUMAP.

RESUMO

Introdução: A densitometria óssea (DO) por DEXA é uma técnica essencial para avaliar a densidade mineral óssea, sendo fundamental no diagnóstico de osteopenia e osteoporose, especialmente em idosos, além de auxiliar no acompanhamento de doenças ósseas crônicas em crianças e jovens. No Brasil, a distribuição de equipamentos de Raios X para DO é pouco explorada na literatura científica, e acredita-se que existam disparidades regionais que afetam o acesso ao diagnóstico precoce. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo descrever a proporção de equipamentos em uso por região e analisar sua variação entre 2014 e 2024. **Metodologia:** Trata-se de um estudo quantitativo, descritivo do tipo série temporal que utilizou dados secundários do CNES e IBGE, disponíveis no DATASUS. Calculou-se a média anual de equipamentos por 100 mil habitantes e a taxa de aumento entre os anos de 2014 e 2024. Utilizou-se regressão linear para verificar tendência de crescimento regional. **Resultados:** A região Nordeste apresentou a maior taxa de aumento (73,7%), seguida do Norte (55,6%), Centro-Oeste (45,3%), Sul (31,4%) e Sudeste (22,6%). Houve tendência significativa de crescimento nas regiões Norte, Nordeste, Sul e Centro-Oeste. O Sudeste não apresentou diferença estatística significativa. As maiores médias anuais por 100 mil habitantes foram observadas no Nordeste (0,036) e Centro-Oeste (0,052). Os resultados indicam expansão da disponibilidade de equipamentos de DO em quatro regiões brasileiras, com destaque para o Nordeste e Centro-Oeste. **Conclusão:** Este estudo pode subsidiar investigações futuras sobre cobertura assistencial e desfechos clínicos, contribuindo para o planejamento equitativo dos serviços de saúde.

Palavras-chave: Densitometria óssea; Distribuição regional; Osteoporose.

X-RAYS FOR BONE DENSITOMETRY: ANALYSIS OF EQUIPMENT IN USE BY BRAZILIAN REGIONS OVER 10 YEARS (2014–2024)

Introduction: Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) is a key technique for assessing bone mineral density and diagnosing conditions such as osteopenia and osteoporosis, particularly in older adults. It also plays a complementary role in monitoring chronic bone diseases in children and adolescents. In Brazil, the regional distribution of DEXA equipment remains underexplored in the literature, despite its relevance to early diagnosis and equitable healthcare access. **Objective:** This study aimed to describe the proportional availability of DEXA X-ray equipment across Brazilian regions and analyze temporal variation from 2014 to 2024. **Methodology:** A quantitative, descriptive, and exploratory approach was adopted using secondary data from the National Registry of Health Facilities (CNES) and population estimates from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), accessed via DATASUS. Annual equipment averages per 100,000 inhabitants were calculated, along with growth rates between 2014 and 2024. Linear regression models assessed trends by region ($p < 0.05$; 95% CI). **Results:** The Northeast showed the highest growth rate (73.7%), followed by the North (55.6%), Central-West (45.3%), South (31.4%), and Southeast (22.6%). Significant upward trends were observed in the North, Northeast, South, and Central-West, with the Southeast showing no statistical significance. The highest annual averages per 100,000 inhabitants occurred in the Northeast (0.036) and Central-West (0.052). These findings indicate an expansion in equipment availability, especially in regions with previously limited access. **Conclusion:** The study supports future research on the relationship between equipment distribution, care coverage, and clinical outcomes, contributing to equitable health service planning.

Keywords: Bone densitometry; Regional distribution; Osteoporosis.

INTRODUÇÃO

A densitometria óssea por DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry) é considerada o método padrão-ouro para avaliação da densidade mineral óssea (FERREIRA; SILVA, 2023). O exame funciona por meio da emissão de feixes de raios X de dupla energia, que atravessam o corpo e permitem diferenciar tecidos moles e ossos, medindo com precisão a densidade óssea

em regiões como coluna lombar, quadril e antebraço.

A relevância da densitometria óssea se estende a diferentes grupos populacionais. Em idosos, especialmente mulheres pós-menopausa, o exame é essencial para prevenir fraturas osteoporóticas, que comprometem a autonomia e aumentam a mortalidade (GUARNIERO; OLIVEIRA, 2004). Em crianças e adolescentes, é indicado em casos de doenças crônicas, uso prolongado de corticosteroides e distúrbios hormonais. Pacientes com câncer também se beneficiam do exame, pois tratamentos como quimioterapia e hormonioterapia podem acelerar a perda óssea (MAEDA et al., 2022).

Estudos internacionais indicam que a osteoporose afeta mais de 200 milhões de pessoas no mundo, sendo considerada uma das doenças ósseas mais prevalentes globalmente (INTERNATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION, 2013). Uma meta-análise recente estimou prevalência mundial de 23,1% em mulheres e 11,7% em homens acima de 50 anos, com maior incidência em países da África e da Ásia (SALARI et al., 2021).

No Brasil, a prevalência é estimada em cerca de 15% da população acima de 50 anos, com maior incidência entre mulheres (GUARNIERO; OLIVEIRA, 2004). Apenas 9,6% dos municípios brasileiros possuem equipamentos de densitometria óssea em funcionamento no SUS, e apenas um terço dos aparelhos está disponível na rede pública (PEREIRA, 2017). Essa concentração em capitais e grandes centros urbanos evidencia desigualdades no acesso ao diagnóstico.

Segundo Silva (2003), a incorporação da densitometria óssea no SUS apresenta desafios relacionados à eficiência e à equidade, com estimativas de custo por fratura evitada superiores a R\$ 10.000,00. Projeções indicam que fraturas por fragilidade devem triplicar até 2050, reforçando a necessidade de diagnóstico precoce.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo quantitativo, descritivo e exploratório, baseado em dados secundários de abrangência nacional. Foram obtidos dados referentes à quantidade de equipamentos em uso registrados no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) e quantitativo da população residente nas regiões por ano, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponíveis no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) nos anos consecutivos de 2014 a 2024. Procedeu-se à estatística descritiva e inferencial.

Verificou-se a média anual de equipamentos a partir do quantitativo mensal de equipamentos em uso, em seguida, dividiu-se a média anual pela população residente e

multiplicou-se por 100 mil para medir a disponibilidade de equipamentos de cada região ajustada para população por 100 mil habitantes (hab), conforme exposto a seguir:

$$\text{Média anual} \div \text{População residente na região} \times 100.000$$

Adicionalmente, foi calculada também a taxa de aumento de equipamentos em dois pontos do tempo (2014 e 2024). Considerando os valores de média anual, foi construído modelo de regressão linear para verificar a tendência de aumento da quantidade de equipamentos neste período por região. Para a análise dos dados referentes ao modelo de regressão considerou-se valor de $p < 0,05$ e intervalo de confiança de IC95%. A análises estatística foi desenvolvida no software SPSS versão 25.1.

RESULTADOS

A região Nordeste apresentou maior taxa de aumento (73,7%), seguida da região Norte (55,6%), Centro-Oeste (45,3%), Sul (31,4%) e Sudeste (22,6%). A Tabela 1 expressa as médias anuais de aumento anual segundo região brasileira no período de 10 anos (2014-2024). A região que apresentou a maior média anual de aumento de equipamentos de Raios X para densitometria óssea por 100 mil habitantes no período de 2014 a 2024 foi a região Centro-Oeste, com um incremento médio anual de 0,052 equipamentos por 100 mil habitantes.

Tabela 1: Descrição das taxas de aumento anual segundo região brasileira no período de 10 anos (2014-2024).

Região	Taxa de aumento anual										
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Norte	0,54	0,56	0,56	0,56	0,63	0,68	0,72	0,75	0,79	0,79	0,83
Nordeste	0,6	0,65	0,69	0,73	0,76	0,79	0,77	0,82	0,87	0,89	1,05
Sudeste	1,19	1,17	1,19	1,24	1,31	1,36	1,3	2,09	1,39	1,42	1,47
Sul	1,04	1,09	1,46	1,17	1,19	1,23	1,26	1,29	1,33	1,35	1,37
Centro-Oeste	1,08	1,05	1,08	1,15	1,28	1,29	1,35	1,4	1,45	1,46	1,57

Fonte: Elaborado pelos autores (2025) com dados do CNES/DATASUS; IBGE (2014–2024).

O modelo de regressão apresentou tendência crescente significativa no número de equipamentos de Raios X para DO em uso em quatro regiões brasileiras entre 2014 e 2024: Norte ($\beta = 0,032$, $p = < 0,001$, IC95%: 0,27-0,37), Nordeste ($\beta = 0,036$, $p = < 0,001$, IC95%: 0,27-0,44), Sul ($\beta = 0,024$, $p = 0,038$, IC95%: 0,00-0,43) e Centro-oeste ($\beta = 0,052$, $p = < 0,001$, IC95%: 0,45-0,06) (Tabela 2).

As regiões que apresentaram o maior aumento anual médio por 100 mil/hab no período analisado foram Nordeste e Centro-oeste, com aumento médio de 0,036 e 0,052 equipamentos de Raios X em uso respectivamente por ano. Para a região Sudeste, não foi observada diferença

estatisticamente significativa ($\beta= 0,043$, $p= 0,080$, IC95%: -0,06-0,91) (Tabela 2).

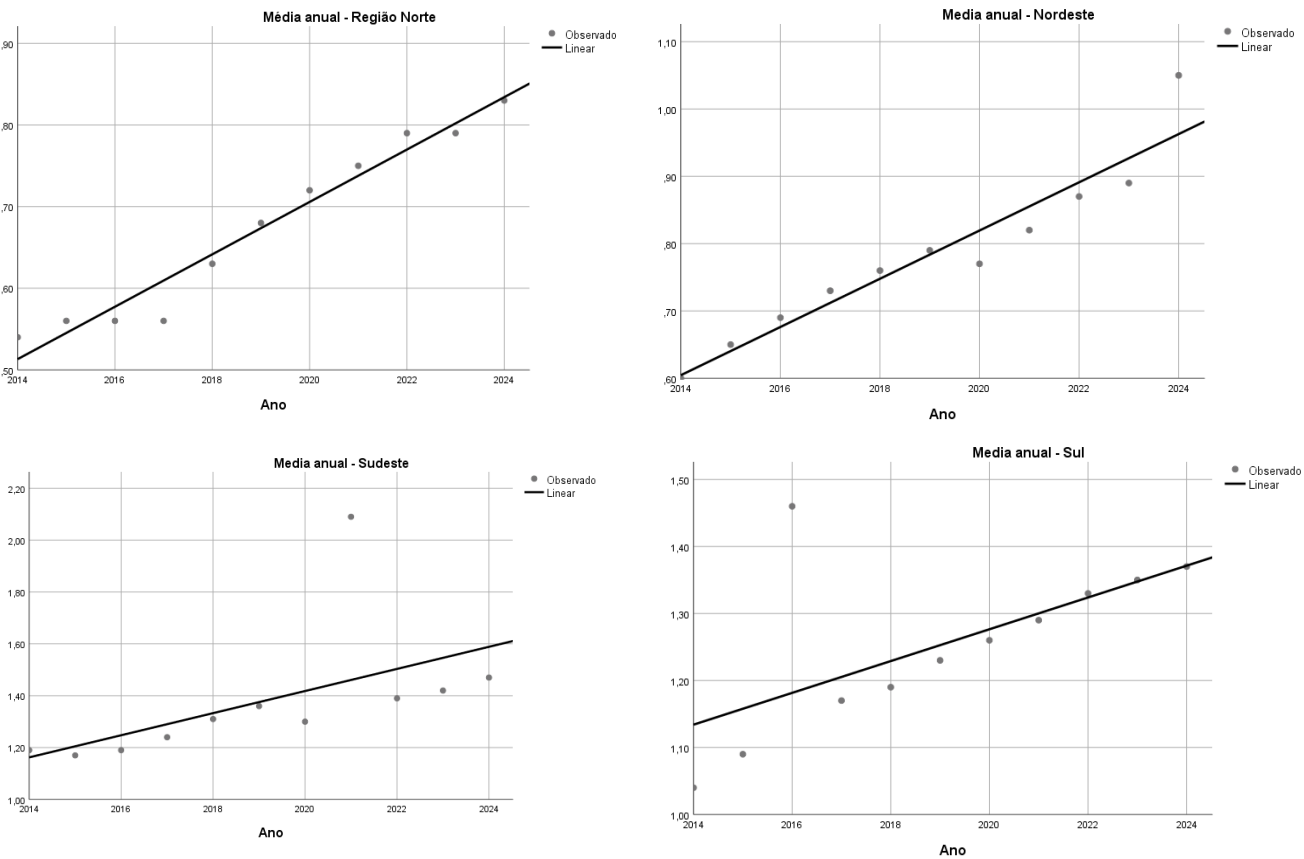
Tabela 2: Modelo de regressão linear para as médias das regiões brasileiras (2014-2024).

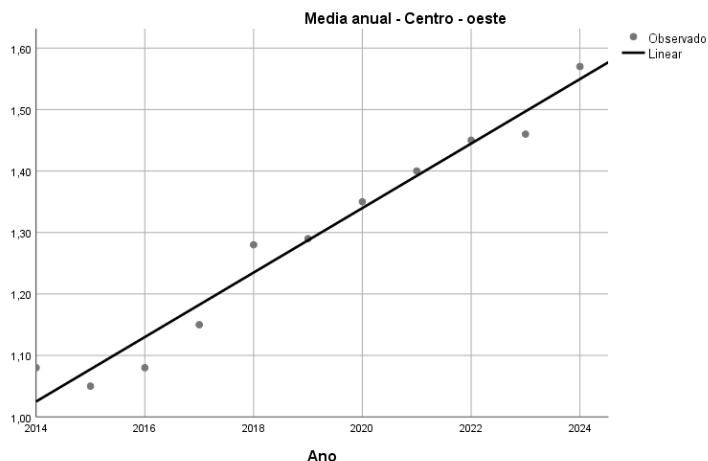
Região	β	p	IC95%
Norte	0,032	0,000	0,02 – 0,03
Nordeste	0,036	0,000	0,02 – 0,04
Sudeste	0,043	0,080	-0,006 – 0,09
Sul	0,024	0,038	0,00 – 0,04
Centro-Oeste	0,052	0,000	0,04 – 0,06

β = coeficiente beta; p = <0,05. IC= Intervalo de Confiança.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025) com dados do CNES/DATASUS; IBGE (2014–2024).

Figura 1: Modelos de regressão linear aplicados para compreender a tendência de aumento entre 2014 e 2024. Visualização gráfica.





Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Na figura 1, é possível visualizar gráficos referentes aos modelos de regressão linear e suas respectivas tendências de aumento no decorrer de 10 anos (2014 a 2024).

A avaliação dos valores apresentados evidencia diferenças na distribuição dos equipamentos de densitometria óssea entre as regiões brasileiras. Especificamente, observa-se que a região Sul apresenta um valor médio de 0,024 e um intervalo de confiança de 0,00 a 0,04, enquanto a região Centro-Oeste possui um valor médio de 0,052, com intervalo de 0,04 a 0,06. Tais dados sugerem uma maior disponibilidade relativa desses equipamentos na região Centro-Oeste quando comparada ao Sul.

Além disso, a análise abrange a variação dos indicadores, indicando que o Centro-Oeste não apresentou variação (0,000), ao passo que o Sul registrou uma variação positiva de 0,038. Esse contraste ressalta dinâmicas regionais distintas na expansão e oferta dos equipamentos, refletindo potenciais desigualdades no acesso ao diagnóstico da osteoporose e na alocação dos recursos tecnológicos ao longo do território nacional.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam expansão significativa da disponibilidade de equipamentos de densitometria óssea em quatro regiões brasileiras, com destaque para Nordeste e Centro-Oeste. Essa tendência sugere esforços recentes de descentralização tecnológica e fortalecimento da atenção primária à saúde.

A dissertação de Pereira (2017) confirma esse panorama ao demonstrar que apenas um terço dos equipamentos está disponível no SUS e que somente 9,6% dos municípios brasileiros possuem o exame em funcionamento. Essa constatação reforça a necessidade de planejamento estratégico e de coordenação eficiente do ciclo de vida dos equipamentos médico-hospitalares,

evitando a degradação de recursos públicos e promovendo maior resolubilidade dos serviços.

Estudos internacionais reforçam a magnitude do problema: a International Osteoporosis Foundation (2013) estima que mais de 200 milhões de pessoas convivem com osteoporose, enquanto Salari et al. (2021) apontam prevalência global de 23,1% em mulheres e 11,7% em homens acima de 50 anos. No Brasil, a prevalência é de cerca de 15% da população acima de 50 anos, com maior incidência entre mulheres (GUARNIERO; OLIVEIRA, 2004).

Quadro 1: Impacto clínico e econômico da osteoporose no Brasil.

Aspecto	Dados principais
Prevalência	10 milhões de brasileiros convivem com osteoporose; 17,4% mulheres >50 anos
Mortalidade	Fraturas de quadril têm mortalidade de até 30% no primeiro ano
Impacto econômico	Custo por fratura evitada pode ultrapassar R\$ 10.000,00
Projeções futuras	Fraturas por fragilidade devem triplicar até 2050

Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com dados coletados pela INTERNATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION (2013); SALARI et al. (2021); GUARNIERO; OLIVEIRA (2004); SILVA (2003); MAEDA et al. (2022).

O impacto clínico da osteoporose é expressivo. Fraturas de quadril apresentam mortalidade de até 30% no primeiro ano após o evento (GUARNIERO; OLIVEIRA, 2004), além de comprometerem a autonomia funcional dos pacientes. Do ponto de vista econômico, estudos apontam que o custo por fratura evitada pode ultrapassar R\$ 10.000,00 (SILVA, 2003), representando um desafio para o SUS e para a previdência social. Projeções indicam que fraturas por fragilidade devem triplicar até 2050, reforçando a importância do diagnóstico precoce e da ampliação da cobertura assistencial.

Ambos os estudos, tanto Pereira (2017) quanto o presente trabalho, apontam para a escassez de pesquisas sistemáticas sobre a distribuição dos EDOs no Brasil, o que limita a capacidade de avaliação crítica e de formulação de políticas públicas eficazes. A articulação entre os dados gerenciais apresentados por Pereira (2017) e a análise estatística regional desenvolvida neste trabalho oferece uma visão abrangente e complementar sobre os desafios e avanços na oferta de tecnologias para o diagnóstico da osteoporose. Essa convergência pode servir de base para futuras investigações e para o fortalecimento de estratégias voltadas à ampliação da cobertura assistencial com foco na equidade territorial.

Uma limitação do presente estudo deve ser apontada: trata-se de um estudo primordialmente descritivo. Ainda que tenha se realizado análise de modelos de regressão linear, não se pode afirmar se a taxa de aumento de equipamentos acompanhou adequadamente

a demanda populacional. Apesar disso, pode-se perceber correlações positivas, indicando uma tendência de aumento entre quantidade de equipamentos e demanda populacional no decorrer dos anos para algumas regiões.

CONCLUSÃO

A análise realizada entre 2014 e 2024 demonstrou crescimento significativo na disponibilidade de equipamentos de densitometria óssea em quatro regiões brasileiras, com destaque para o Nordeste e o Centro-Oeste. Esse avanço representa uma expansão importante da infraestrutura diagnóstica em áreas historicamente menos favorecidas, embora persistam desigualdades regionais que limitam o acesso ao diagnóstico precoce da osteoporose.

Considerando a magnitude clínica e econômica da osteoporose, que afeta milhões de brasileiros e apresenta elevada mortalidade e custos associados às fraturas, torna-se essencial que os gestores de saúde adotem medidas estratégicas para ampliar a cobertura diagnóstica e reduzir desigualdades territoriais.

REFERÊNCIAS

- FERREIRA, D. C. F.; SILVA, D. G. A. A relevância da densitometria óssea para o diagnóstico e tratamento da osteoporose. *Revista COOPEX*, Patos, v. 14, n. 3, p. 2448–2459, 2023.
- GUARNIERO, R.; OLIVEIRA, L. G. Osteoporose: atualização no diagnóstico e princípios básicos para o tratamento. *Revista Brasileira de Ortopedia*, São Paulo, v. 39, n. 9, p. 477–482, 2004.
- INTERNATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION. Epidemiology of osteoporosis and fragility fractures. *Archives of Osteoporosis*, v. 8, p. 136, 2013. Disponível em: <https://www.osteoporosis.foundation/health-professionals/about-osteoporosis/epidemiology>. Acesso em: 10 dez. 2025.
- MAEDA, S. S. et al. Official Position of the Brazilian Association of Bone Assessment and Metabolism (ABRASSO) on the evaluation of body composition by densitometry—part II: clinical aspects. *Advances in Rheumatology*, São Paulo, v. 62, n. 11, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42358-022-00240-9>.
- PEREIRA, E. N. L. *Análise da distribuição dos equipamentos de densitometria óssea no Brasil: importância da gestão eficiente de tecnologias em saúde*. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Universidade de Brasília, Faculdade Gama, Brasília.
- SALARI, N.; GHASEMI, H.; MOHAMMADI, L.; BEHZADI, M. H.; RABIEENIA, E.; SHOHAIMI, S.; MOHAMMADI, M. The global prevalence of osteoporosis in the world: a

comprehensive systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, v. 16, n. 1, p. 1–20, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02772-0>.

SILVA, L. K. Avaliação tecnológica em saúde: densitometria óssea e terapêuticas alternativas na osteoporose pós-menopausa. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 987–1003, jul./ago. 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). *Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas da Osteoporose*. Brasília: Ministério da Saúde, 2025.

