

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Ciências de Saúde
Programa de Pós-Graduação em Odontologia



Dissertação de Mestrado

**Acurácia de ferramentas de aprendizado de máquinas profundo no
rastreamento da osteoporose em exames de imagem odontológicos: uma
revisão sistemática**

Lorena Silva Vieira

Brasília, 30 de agosto de 2023

Lorena Silva Vieira

Acurácia de ferramentas de aprendizado de máquinas profundo no rastreamento da osteoporose em exames de imagem odontológicos: uma revisão sistemática

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Tadeu de Souza Figueiredo

Co-orientadora: Profa. Dra. Nilce Santos de Melo

Brasília, 2023

Lorena Silva Vieira

Acurácia de ferramentas de aprendizado de máquinas profundo no rastreamento da osteoporose em exames de imagem odontológicos: uma revisão sistemática

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Odontologia, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

Data da defesa: 30/08/2023

Banca examinadora:

Prof. Dr. Paulo Tadeu de Souza Figueiredo (Orientador)

Profa. Dra. Cristine Miron Stefani

Dra. Nathália Ferrare Pinto

Brasília, 2023

Dedico este trabalho a Deus, que me presenteia diariamente com a energia da vida, e que me dá forças e coragem para atingir meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador **Prof. Dr. Paulo Tadeu de Souza Figueiredo** e co-orientadora **Profa. Dra. Nilce Santos de Melo** por me abrirem novamente as portas da Universidade de Brasília, confiarem em minha capacidade de seguir com o mestrado e pela orientação.

À **Profa. Dra. Maria Alves Garcia Silva** por aceitar prontamente o convite de participação da nossa equipe de trabalho, e assim contribuiu de forma brilhante com todo o seu conhecimento, sendo sempre solícita e gentil.

Ao **Prof. Dr. André Ferreira Leite**, sou extremamente grata por ter guiado o desenvolvimento do trabalho. Obrigada por toda paciência, e também por acreditar que eu seria capaz de levar à diante sua sugestão, em se tratando de um tema complexo como a IA.

Às queridas **Ma. Raíza Querrer Soares** e **Ma. Ana Beatriz Teodoro**, por toda a ajuda. Sempre muito educadas, humildes e com muita paciência, se mostraram presentes em todas as fases de desenvolvimento do trabalho, me auxiliando e compartilhando seus conhecimentos.

À **Profa. Dra. Cristine Miron Stefani**, por aceitar meu convite para mais um trabalho científico, agora como banca examinadora, mesmo diante de tantas demandas acadêmicas.

À **Dra. Nathália Ferrare Pinto**, por aceitar meu convite e compor nossa banca examinadora.

Aos meus colegas de mestrado, em especial a **Carina Veiga Jardim**, por compartilhar todas as suas experiências ao longo do mestrado e por toda ajuda, que foi de grande importância para que eu pudesse concluir essa jornada.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

Introdução: A osteoporose é uma doença metabólica de alta prevalência e de grande impacto na saúde pública. Caracteriza-se pela deterioração progressiva e silenciosa da microarquitetura óssea, devido a redução da densidade mineral óssea. O diagnóstico de osteoporose é geralmente realizado por Absorciometria de Raios X de Dupla Energia (DXA), porém, por se tratar de um exame de custo elevado, é ainda pouco acessível à grande parte da população. Os exames radiográficos odontológicos, comumente utilizados para o diagnóstico de problemas dentários e para o plano de tratamento de maneira relativamente conveniente e barata, incluem informações ricas sobre a estrutura óssea trabecular que podem ser utilizadas para investigar a presença de osteoporose. Dessa forma, métodos auxiliares baseados em inteligência artificial (IA) têm sido propostos para auxiliar os cirurgiões-dentistas no rastreamento de osteoporose utilizando exames de imagem odontológicos, como radiografias e tomografia computadorizada. **Objetivos:** realizar uma revisão sistemática para avaliar a acurácia de ferramentas de aprendizado profundo (*deep learning*) no rastreamento de osteoporose por meio de exames de imagem odontológicos. **Metodologia:** Foi realizada uma busca nas bases PUBMED/Medline, Embase, LILACS, Web of Science, Scopus, Computers and Applied Sciences Complete (EBSCO), ACM Digital Library e Compendex. A literatura cinzenta foi também investigada por meio do Google Scholar e Proquest. A pergunta focada foi definida com base no acrônimo PIRD (P - população, I - Teste índice, R - padrão de referência, D – diagnóstico). Foram elegíveis os estudos realizados com pacientes adultos e com diagnóstico de osteoporose que aplicaram algoritmos de aprendizado profundo na análise de radiografias dentárias ou tomografias computadorizadas, usando como padrão de referência a DXA ou a anotação de examinadores experientes. Os artigos que atenderam aos critérios de seleção foram analisados criticamente com base nas diretrizes do QUADAS-2, checklist específico para IA também foi utilizado, e a certeza da evidência foi avaliada usando a abordagem GRADE. **Resultados:** Foram encontrados no total 799 estudos, restando 62 para a leitura completa, dos quais 10 estudos foram selecionados. Na maioria dos estudos, foi utilizado DXA como padrão de referência, o exame de imagem odontológico mais

usado foi a radiografia panorâmica (n=9) e a métrica de desempenho mais frequente foi a acurácia (n=10) seguida de sensibilidade/especificidade (n=6) e área sob a curva ROC (n=4). Os tamanhos dos conjuntos de dados em cada estudo variaram de 70 a 1600 imagens. Os maiores valores de acurácia (98,5%) foram obtidos em dois estudos utilizando DCNN de várias colunas (MC-DCNN), Alexnet e GoogleNet. O menor valor de acurácia (66,7%) foi observado em um estudo com uso de CNN3. Embora os algoritmos de aprendizado profundo possam ser usados como arquiteturas individualizadas, modelos de redes neurais convolucionais pré-treinadas, como VGG16, GoogleNet, ResNet e AlexNet foram usadas na maioria dos estudos, sendo que em dois estudos foram adicionadas covariáveis clínicas, como idade, às camadas do modelo. **Conclusão:** O uso de algoritmos de aprendizado profundo em serviços odontológicos apresenta-se como potencial ferramenta auxiliar no processo de tomada de decisão dos cirurgiões-dentistas, permitindo avaliação de imagens e rastreamento de osteoporose, além de poupar tempo e outros recursos. No entanto, a utilização desses métodos carece ser confirmada por mais estudos, principalmente prospectivos e com delineamentos mais completos e padronizados.

Palavras-chave: Osteoporose, inteligência artificial, radiografia panorâmica, radiografia dentária.

ABSTRACT

Introduction: Osteoporosis is a highly prevalent metabolic disease with a great impact on public health. It is characterized by the progressive and silent deterioration of the bone microarchitecture, due to the reduction of bone mineral density. The diagnosis of osteoporosis is usually performed by Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DXA), however, as it is a costly test, it is still inaccessible to a large part of the population. Dental radiographic examinations, commonly used for diagnosing dental problems and planning treatment relatively conveniently and inexpensively, include rich information about trabecular bone structure that can be used to investigate the presence of osteoporosis. Thus, auxiliary methods based on artificial intelligence (AI) have been proposed to help dentists in the screening of osteoporosis using dental imaging tests, such as radiographs and computed tomography. **Objectives:** to carry out a systematic review to assess the accuracy of deep learning tools in tracking osteoporosis using dental imaging. **Methodology:** A search was carried out in PUBMED/Medline, Embase, LILACS, Web of Science, Scopus, Computers and Applied Sciences Complete (EBSCO), ACM Digital Library and Compendex. Gray literature was also investigated using Google Scholar and Proquest. The focused question was defined based on the acronym PIRD (P - population, I - Index test, R - reference standard, D - diagnosis). Studies carried out with adult patients diagnosed with osteoporosis that applied deep learning algorithms in the analysis of dental radiographs or computed tomography, using DXA as a reference standard or the annotation of experienced examiners. Articles that met the selection criteria were reviewed based on the QUADAS-2 guidelines, a specific AI checklist was also used, and the certainty of the evidence was assessed using the GRADE approach. **Results:** A total of 799 studies were found, leaving 62 for full reading, of which 10 studies were selected. In most studies, DXA was used as the reference standard, the most commonly used dental imaging test was panoramic radiography (n=9) and the most frequent performance metric was accuracy (n=10) followed by sensitivity/specificity (n=6) and area under the ROC curve (n=4). Dataset sizes in each study ranged from 70 to 1600 images. The highest accuracy values (98.5%) were obtained in two studies using multi-column DCNN (MC-DCNN), Alexnet and GoogleNet. The lowest accuracy value (66.7%) was observed in a study using CNN3. Although deep learning algorithms can be used as individualized architectures, models of pre-trained convolutional neural networks such

as VGG16, GoogleNet, ResNet and AlexNet were used in most studies, and in two studies clinical covariates were added, such as age, to the model layers. **Conclusion:** The use of deep learning algorithms in dental services presents itself as a potential auxiliary tool in the decision-making process of dentists, allowing evaluation of images and tracking of osteoporosis, in addition to saving time and other resources. However, the use of these methods needs to be confirmed by further studies, mainly prospective and with more complete and standardized designs.

Keywords: Osteoporosis; Artificial intelligence; panoramic radiograph; dental radiograph

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma da estratégia de busca e seleção dos estudos	22
Figura 2 – Gráfico do risco de viés dos estudos	50
Figura 3 - Síntese da avaliação da certeza da evidência.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo das características descritivas dos artigos incluídos	26
Tabela 2- Resumo da avaliação da qualidade metodológica com base no <i>checklist</i> de IA.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS

ACC	Acurácia
A. L	André Leite
A.T	Ana Beatriz Teodoro
AUC	Área sob a curva
AM	Aprendizado de máquina
AP	Aprendizado profundo
DMO	Densidade Mineral Óssea
RI	Região de interesse
RNC	Rede Neural Convolucional
RP	Radiografia Panorâmica
DXA	Absorciometria de Raios X de Dupla Energia (Densitometria)
IA	Inteligência Artificial
L.V	Lorena Vieira
R.P	Raiza Peixoto
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
VGG	Visual Geometry Group

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS	18
2	METODOLOGIA	18
2.1	PROTOCOLO E REGISTRO	18
2.2	DESENHO DO ESTUDO E CRITÉRIO DE ELEGIBILIDADE	18
2.3	ESTRATÉGIA DE BUSCA	19
2.4	SELEÇÃO DOS ESTUDOS	20
2.5	COLETA DE DADOS	20
2.6	QUALIDADE METODOLÓGICA	20
2.7	SÍNTESE QUANTITATIVA	21
3	RESULTADOS	21
3.1	SELEÇÃO DE ESTUDOS	21
3.2	CARACTERÍSTICA DOS ESTUDOS	22
3.3	SÍNTESE DOS RESULTADOS	48
3.4	QUALIDADE METODOLÓGICA	59
4	DISCUSSÃO	53
5	LIMITAÇÕES	55
6	FUTUROS ESTUDOS	55
7	CONCLUSÃO	56
8	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICES	60
	Apêndice 1 - Estratégia de busca em cada base de dado	60
	Apêndice 2 - Estudos excluídos e motivos para exclusão	78

ANEXO

Anexo 1 – Protocolo Registrado no PROSPERO com número de registro

81

81

1 INTRODUÇÃO

A osteoporose é uma doença metabólica altamente prevalente na população. Caracteriza-se pela deterioração progressiva e silenciosa da microarquitetura óssea, devido a redução da densidade mineral óssea (DMO) bem como da qualidade do osso [1]. Os ossos tornam-se porosos e mais suscetíveis a fraturas por trauma mínimo, levando muitas vezes à incapacitação física e debilidade, o que resulta em impacto significativo sobre a qualidade de vida dos indivíduos afetados. Como resultado, tem-se maior morbimortalidade associada à doença com aumento dos custos médico-hospitalares, o que torna a osteoporose um grave problema de saúde pública no mundo [2].

A perda da densidade óssea que se acentua com o avançar da idade, assim como as mudanças hormonais que ocorrem em mulheres na pós-menopausa, colocam essa população em risco potencial para o desenvolvimento da doença. Sendo uma condição assintomática, a osteoporose é frequentemente diagnosticada apenas após a ocorrência da fratura. Estima-se que cerca de 9 milhões de fraturas osteoporóticas ocorram anualmente em todo o mundo, resultando em uma fratura a cada três segundos [2]. Dessa forma, a triagem da população em risco de degeneração óssea representa uma ferramenta importante para melhorar a qualidade de vida dessa população e reduzir o impacto socioeconômico relacionado.

O diagnóstico da osteoporose é geralmente realizado por meio da mensuração da DMO, que usualmente é determinada por Densitometria Óssea (Absorciometria de Raios X de Dupla Energia - DXA), método padrão-ouro para o diagnóstico da osteoporose. No entanto, o exame possui custo elevado e não está amplamente disponível à população. Além disso, sua eficácia é limitada na avaliação qualitativa do osso alterado, bem como na distinção entre os tipos ósseos envolvidos [3]. Como a resistência óssea resulta da DMO e da qualidade do trabeculado ósseo, muitos pacientes com DMO normal fraturam em virtude de alterações microestruturais no osso. Portanto, métodos auxiliares são necessários para identificar estas alterações e avaliar o risco de fratura na população.

A estrutura óssea complexa é um dos fatores mais importantes que contribuem para a resistência óssea [4]. Dessa forma, os métodos de detecção de osteoporose têm se concentrado na determinação da DMO em ossos da coluna

lombar e fêmur, por serem as regiões mais frequentemente acometidas pelas fraturas. No entanto, a relação entre DMO mandibular e esquelética tem recebido atenção crescente nos últimos anos, e a maioria dos estudos mostrou uma boa correlação entre esses parâmetros [5-7]. O estudo de Kavitha et al. (2016) demonstrou que pequenas mudanças na densidade óssea mandibular contribuem para a detecção de osteoporose em seus estágios iniciais [8].

Dessa forma, os exames de imagem odontológicos, sendo exames mais frequentemente realizados e com um custo mais baixo quando comparado ao DXA, se mostram ferramentas promissoras quanto à possibilidade de identificar pacientes em risco de osteoporose, uma vez que a espessura do córtex mandibular está relacionada à DMO sistêmica [9]. A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) e a Radiografia Panorâmica (RP) podem fornecer índices qualitativos e quantitativos que são úteis para avaliação da perda óssea desses pacientes.

Essa forte correlação e também a frequência com esses exames são realizados na clínica odontológica, têm motivado pesquisadores a explorar o uso de algoritmos de inteligência artificial em exames de imagem odontológicos, como radiografias periapicais, panorâmicas e tomografias. O foco dos estudos é a construção de sistemas automatizados que possam auxiliar cirurgiões-dentistas no rastreamento da osteoporose e com isso possibilitar o encaminhamento precoce do paciente para diagnóstico e tratamento médico adequado, antes que as fraturas ocorram [10-12].

Nesse sentido, nos últimos anos, ocorreu um rápido desenvolvimento de algoritmos de aprendizado de máquina (*machine learning*), especialmente métodos de aprendizado profundo (*deep learning*) para identificação de sinais de osteoporose. O Aprendizado profundo (AP) é uma subclasse de aprendizado de máquina (AM) baseado em redes neurais artificiais [13]. Existem diferentes arquiteturas de tais redes, sendo as redes neurais convolucionais (RNC) como Alexnet, VGG e GoogLeNet as mais empregadas, principalmente por processarem grandes e complexos conjuntos de dados de imagens [14].

Portanto, realizou-se uma revisão sistemática abrangente com o objetivo de reunir e comparar estudos clínicos relacionados, investigando a performance de ferramentas de aprendizado profundo no rastreamento de osteoporose por meio de exames de imagem odontológicos.

1.1 OBJETIVOS

Esta revisão sistemática tem como objetivo geral avaliar a acurácia de algoritmos de aprendizado profundo no rastreamento de osteoporose por meio de exames de imagem odontológicos.

2 METODOLOGIA

2.1 PROTOCOLO E REGISTRO

O protocolo da revisão sistemática foi baseado e desenvolvido seguindo os parâmetros do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Protocols (PRISMA-P) [15] e registrado no International Prospective Register of Systematic Reviews - PROSPERO sob o número CRD42023389084.

O relato dos resultados foi baseado no Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses of Diagnostic Test Accuracy Studies (The PRISMA-DTA Statement) [16].

2.2 DESENHO DO ESTUDO E CRITÉRIO DE ELEGIBILIDADE

O objetivo desta revisão sistemática foi responder à seguinte pergunta focada “Qual é a acurácia de algoritmos de aprendizado profundo no rastreamento de osteoporose por meio de exames de imagem odontológicos?”

Os critérios de inclusão foram definidos pela estratégia PIRD – em que a população (P) incluiu exames de imagem odontológicos de pacientes adultos com diagnóstico de osteoporose, principalmente as radiografias panorâmicas e a tomografia computadorizada de feixe cônico. Teste índice (I): algoritmos de inteligência artificial para o rastreamento de osteoporose por meio de exames de imagem odontológicos. Padrão de referência (R): o teste utilizado como referência foi a Densitometria por DXA, padrão-ouro para diagnóstico de osteoporose. Avaliações de especialistas também foram consideradas. Diagnóstico (D): acurácia no diagnóstico de osteoporose.

Estudos de coorte (tanto prospectivos quanto retrospectivos) e transversais foram elegíveis. Estudos de acurácia diagnóstica só foram incluídos se utilizassem exames de imagem odontológicos para o rastreamento de osteoporose.

Os critérios de exclusão foram: 1) Estudos *in vitro*, os realizados com animais, e também aqueles que não utilizaram exames de imagem odontológicos. 2) Estudos em que não foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial; 3) Estudos em que foram utilizados outros padrões de referência que não DXA e anotações de especialistas; 4) Pacientes tratados com medicamentos antirreabsortivos; 5) Artigos de revisão, revisão sistemática, relatos de caso, séries de casos, artigos de opinião, capítulos de livro, painéis, editoriais, resumos de congressos, além de estudos em que o acesso não foi possível; 6) Estudos que não apresentavam dados de acurácia diagnóstica.

2.3 ESTRATÉGIA DE BUSCA

Foram desenvolvidas estratégias de buscas individuais para as bases: PUBMED/Medline, Embase, LILACS, Web of Science, Scopus, ACM Digital Library, Compendex, Computers and Applied Sciences Complete (EBSCO). Pesquisa adicional foi realizada na literatura cinzenta, incluindo Google Scholar e Proquest Dissertation & These.

Os termos de pesquisa incluíram termos livres, descritores do (MeSH), além de termos controlados disponíveis nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS, 2021). Após a seleção dos descritores foi realizada uma combinação de descritores e termos livres para “Osteoporosis”, “artificial intelligence”, “dental radiograph”, “dental imaging” e “panoramic radiograph”. O apêndice 1 resume a estratégia de busca utilizada para cada base de dados.

Todas as buscas foram realizadas no dia 2 de abril de 2023. Após realização da busca, as referências foram importadas para o software de gerenciamento de referência (EndNoteWeb®, Thomson Reuters, USA). No mesmo software, procedeu-se a remoção dos estudos duplicados. Em seguida, os arquivos sem estudos duplicados foram importados para o aplicativo online Rayyan QCRI (Qatar Computing Research Institute, Doha, Qatar), havendo nova checagem de possíveis duplicados.

2.4 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A seleção dos estudos foi realizada em duas fases, utilizando o aplicativo online Rayyan QCRI. Na fase inicial, os títulos e resumos dos estudos elegíveis foram avaliados de forma independente por três revisores (L.V, A.T e R.P), e todos os estudos que não se enquadraram aos critérios de inclusão, foram identificados e excluídos. Na segunda fase, os artigos relevantes tiveram seu texto completo revisado pelos mesmos três revisores (L.V, A.T e R.P) de forma independente. Os estudos que não apresentavam os critérios de inclusão foram excluídos. Tanto na primeira quanto na segunda fase, as inconsistências foram resolvidas por consenso entre os três revisores. Os casos em que não houve consenso entre os mesmos, o quarto revisor (A.L) foi acionado para resolução dos conflitos.

2.5 COLETA DE DADOS

A extração dos dados foi realizada por três revisores independentes (L.V, A.T e R.P) usando uma tabela de extração de dados testada e padronizada (Tabela 1). As discordâncias foram resolvidas por consenso, ou o quarto revisor (A.L) foi consultado.

Os seguintes dados foram extraídos: (autor, ano de publicação e país), características sociodemográficas dos participantes (idade, sexo), tamanho da amostra, (grupos de treinamento, teste e validação), especialistas (formação/tempo de experiência), arquitetura de aprendizado profundo, tipo de exame de imagem usado (radiografia panorâmica ou TCFC), padrão de referência, método de classificação, região de interesse (RI) e métricas de avaliação de desempenho.

Concluída a extração dos dados de forma individual e simultânea, as tabelas passaram por verificação cruzada entre os três revisores (L.V, A.T e R.P) e após resolução dos conflitos, foram unificadas na tabela 1.

2.6 QUALIDADE METODOLÓGICA

Três revisores independentes (L.V, A.T e R.P) avaliaram a qualidade metodológica e o viés dos estudos incluídos com o uso da ferramenta QUADAS-2 (Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies) pelo software Revman 5.3. Esta

ferramenta inclui quatro domínios (seleção de paciente, teste de índice, padrão de referência, fluxo e tempo) no risco de viés e três domínios (seleção de paciente, teste de índice, padrão de referência) em questões de aplicabilidade, e cada domínio é avaliado como baixo, pouco claro, ou alto risco. Gráficos de risco de viés foram traçados de acordo com a avaliação.

A qualidade metodológica dos estudos incluídos também foi analisada por meio de um checklist para inteligência artificial adaptado de Schwendicke et al. (2021), considerando os seguintes itens: dados (amostragem, processamento, proteção), tamanho da amostra, teste de referência, agrupamento, conjunto de dados (modelo e treinamento) e recursos computacionais [17].

Os conflitos do processo avaliação da qualidade foram solucionados, por consenso, entre os três revisores.

A certeza da evidência dos estudos incluídos foi verificada pelo primeiro revisor (L.V) por meio da abordagem GRADE. Após, os outros dois revisores (A.T e R.P) fizeram a conferência. Qualquer discordância foi resolvida em consenso.

2.7 SÍNTESE QUANTITATIVA

Para o presente trabalho, foi realizada apenas a síntese narrativa dos estudos selecionados.

3 RESULTADOS

3.1 SELEÇÃO DE ESTUDOS

A busca resultou em um total de 799 estudos, sendo 698 advindos das bases de dados e 101 da literatura cinzenta, assim distribuídos: 214 estudos do Pubmed, 199 estudos do Embase, 184 estudos do Scopus, 69 estudos do Web of Science, 06 estudos do Lilacs, 05 estudos do Computers and Applied Sciences Complete (EBSCO), 02 estudos do ACM Digital Library, 19 estudos do Compendex, 01 estudo do ProQuest, e os 100 primeiros estudos do Google Scholar foram considerados pela equipe. Após a remoção dos artigos duplicados, 414 estudos das bases de dados e 100 da literatura cinzenta foram mantidos no presente estudo para a etapa seguinte,

realizada no Rayyan. Durante a fase 1, os 514 estudos foram triados novamente para eliminação de possíveis duplicatas, sendo 101 artigos considerados duplicados e, portanto, deletados. Os 413 estudos restantes foram então submetidos a uma avaliação abrangente dos títulos e resumos. Destes, 351 foram excluídos, 62 atenderam aos critérios de elegibilidade e foram incluídos para avaliação completa na fase seguinte. Assim, na fase 2, após a leitura completa e avaliação dos 62 artigos recuperados, considerando os critérios de inclusão, 52 artigos foram excluídos. Ao fim, 10 artigos preencheram os critérios de elegibilidade e foram incluídos na revisão.

Na figura 1 está representado o fluxograma (PRISMA Flow diagram, 2021) com o processo de identificação, inclusão e exclusão de estudos. Os 51 estudos excluídos, com os motivos da exclusão encontram-se no apêndice 2.

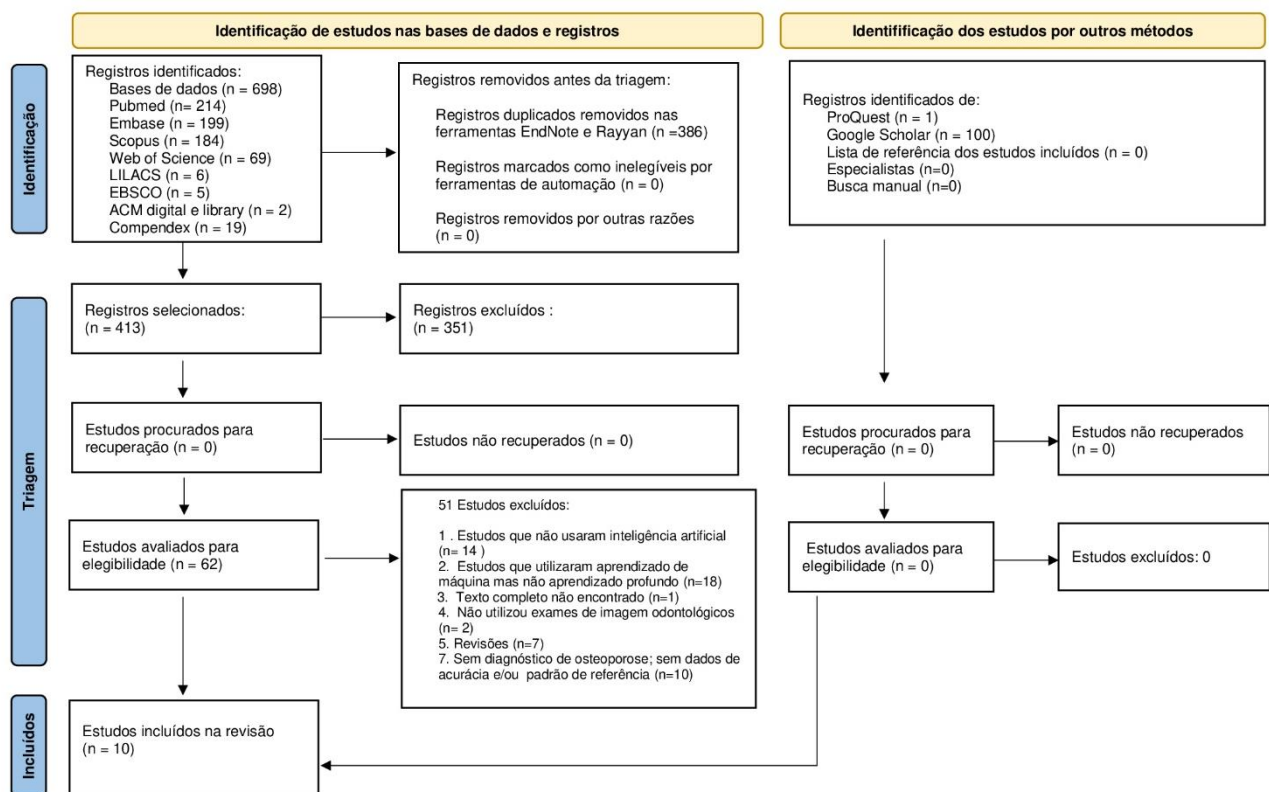


Figura 1 – fluxograma da estratégia de busca e seleção dos estudos

3.2 CARACTERÍSTICA DOS ESTUDOS

A Tabela 1 resume as características dos 10 artigos incluídos. Esses foram publicados entre 2018 e 2022 e são originários de seis países (Coreia, n= 3 [20,25,27];

Japão, n=2 [21,23]; Estados Unidos, n=2 [19,22]; Jordânia, n=1[24]; Turquia, n=1[26]; Nigéria, n=1 [18]). Nove estudos analisaram RP e um TCFC [24]. Todos os estudos empregaram RNC, sendo as arquiteturas VGG-16 [18,20-22], ResNet [23,26], GoogleNet [21, 26], AlexNet [21,26], e DCNN [22,25] as mais utilizadas. O diagnóstico de referência incluiu DXA e avaliação de especialistas por meio da classificação do índice cortical mandibular (ICM) proposta por Klemetti e colaboradores (1994). O número total do conjunto de dados de treinamento foi de 7.142 e o de teste 1.107.

O estudo de Abubakar et al. (2022), comparou a performance de um modelo de CNN combinado com VGG-16 e um classificador genético híbrido (Genetic Swarm Fuzzy Classifier - GSF). Foram utilizadas um total de 141 imagens de RP. Os experimentos revelaram que o uso de RNC combinado ao modelo pré-treinado, VGG-16, resultou em uma acurácia de 84%, enquanto o classificador fuzzy obteve acurácia de 98%[18].

Chu et al. (2018) propuseram o treinamento de uma RNC de estilo siamês (Octuplet Siamese Network - OSN) para diagnóstico de osteoporose, usando um total de 108 imagens de RP. O método proposto utilizou OSN para aprender e fundir recursos de imagem de oito RI na radiografia panorâmica e um esquema de ajuste fino de dois estágios para treinamento. O método OSN obteve acurácia de 89,8%, demonstrando que, se cuidadosamente projetadas e adequadamente treinadas, as redes neurais podem ser úteis para a detecção de osteoporose usando imagens de RP, mesmo quando se tem um número limitado de conjuntos de treinamento[19] .

Lee e colaboradores (2020), utilizaram 680 imagens de RP para a detecção de osteoporose. Nesse experimento, foi utilizado um modelo de aprendizado profundo com quatro estratégias diferentes de RNC (CNN3, VGG16, VGG16-TF, VGG16-TF-FT). O modelo VGG16 com aprendizado de transferência e ajuste fino (VGG16-TF-FT) obteve o melhor resultado, com uma acurácia de 84%, mostrando que esse modelo pode melhorar consideravelmente o desempenho diagnóstico das RNCs [20].

No estudo de Nakamoto e colaboradores (2022) foram utilizadas três tipos de RNCs: AlexNet, VGG16, e GoogleNet. Os sistemas foram treinados e testados usando radiografias panorâmicas de mulheres com idade ≥ 50 anos. Um total de 1.500 imagens RP foram analisadas e classificadas por um radiologista oral em três escores (C1,C2 e C3) em que C2 e C3 já indicam maior porosidade do osso cortical e assim, maior risco para osteoporose. Essas informações foram incluídas nas imagens como dados de treinamento. A acurácia diagnóstica foi avaliada por meio das radiografias,

juntamente com os achados de inspeção da DMO na coluna lombar e colo do fêmur de 100 pacientes adicionais, por meio de DXA. Os resultados mostraram maior performance dos sistemas propostos em comparação aos convencionais. Todas as RNCs testadas exibiram concordância relativamente boa com o julgamento do radiologista oral (86,0%–90,7%) e a acurácia variou de 70 – 79% [21].

Singh et al. (2021) avaliaram a acurácia diagnóstica de três arquiteturas de CNN (SC-DCNN, MC-DCNN, e MC-DCNN combinada com VGG-16) para detecção de osteoporose em radiografias panorâmicas, por meio da comparação com diagnósticos feitos por radiologistas odontológicos. Foram utilizadas 70 RP, de pacientes de ambos os sexos e com idades entre 50 e 60 anos. Os resultados experimentais mostraram que o sistema MC-DCNN de várias colunas estava de acordo com radiologistas experientes na detecção de osteoporose e obteve acurácia de 87,86% [22].

O estudo de Sukegawa et al. (2022) utilizou um conjunto de 778 radiografias panorâmicas de pacientes que haviam sido submetidos à exames de DMO esquelética. As RPs foram utilizadas como dados rotulados para o treinamento dos seguintes modelos de RNCs: EfficientNet-b0, -b3 e -b7 e ResNet-18, -50 e -152. Um modelo de conjunto *Ensemble model* também foi construído com covariáveis clínicas adicionadas a cada RNC. Os resultados mostraram que o modelo *ensemble* contribuiu para a melhoria do desempenho em todos os modelos de RNC exibindo melhor acurácia em todas as RNCs. Os modelos de conjunto EfficientNet-B7 e ResNet-152 também obtiveram maiores valores de acurácia, 84,5% e 84% respectivamente [23].

Abu Marar et al. (2020) utilizaram 120 imagens de TCFC da região de mandíbula para o diagnóstico de osteoporose em mulheres de 50 a 85 anos de idade. O algoritmo proposto consistiu em um classificador de Rede Neural Artificial de Retroprogramação (BPANN). Setenta e duas imagens foram usadas para treinamento e 48 para testar o modelo. Os resultados demonstraram boa performance do modelo BPANN, que alcançou uma acurácia de 97,9% [24].

Lee et al. (2019) empregaram 1.268 RPs para analisar a performance de três combinações diferentes de estrutura de aprendizado profundo (DCNN de coluna única com e sem aumento de dados e DCNN de várias colunas). Os valores de acurácia usando SC-DCNN, SC-DCNN (aumento) e MC-DCNN foram de 92.5%, 98% e 98.5%, respectivamente. Importante ressaltar que o estudo não utilizou DXA como referência padrão-ouro. O diagnóstico de osteoporose foi feito com base na classificação de

Klemetti (1994), em que alterações na cortical mandibular foram observadas, nas mesmas radiografias, por 2 radiologistas experientes. Os autores concluíram que o sistema proposto é capaz de detectar precocemente a doença em pacientes assintomáticos [25].

Tassoker et al. (2022) compararam cinco RNCs para prever osteoporose com base no índice cortical mandibular (ICM) em radiografias panorâmicas. Assim, RPs de 744 pacientes do sexo feminino com mais de 50 anos de idade foram rotuladas como C1, C2 e C3, dependendo do MCI. Os modelos de aprendizado profundo AlexNet, GoogleNet, ResNet-50, SqueezeNet e ShuffleNet foram treinados por meio do método de aprendizagem por transferência. Os resultados foram avaliados por critérios de desempenho, incluindo acurácia, sensibilidade, especificidade, pontuação *F1 score*, AUC e duração do treinamento. A maior acurácia (94% – 98%) foi obtida na diferenciação de C1 e C3, em que as características da estrutura óssea mudam significativamente. Como o escore C2 representa o estágio intermediário (osteopenia), as características estruturais do osso apresentaram comportamentos mais próximos dos escores C1 e C3 [26].

Em outro estudo, Lee e colaboradores (2021) analisaram a acurácia de uma RNC para diagnosticar osteoporose utilizando um conjunto de 1.170 RP de pacientes do sexo feminino, com idades entre 21 e 84 anos. No experimento, dois radiologistas odontológicos interpretaram as alterações ósseas presentes nas radiografias. As RIs incluíram maxila e mandíbula e foram utilizadas para treinamento e teste da RNC. Os resultados mostraram que a RNC apresentou melhor sensibilidade (0,91) em trabeculado de osso esponjoso dos maxilares, enquanto os radiologistas interpretaram melhor as alterações na cortical mandibular [27].

Tabela 1 – Resumo das características descritivas dos estudos incluídos
(continua)

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
Abubakar et al; 2022 Nigéria [18]	Total: 141 F: 141 M: N/A OP: 21 N: 120	T: 112 V: N/I Teste: 29	45 – 92 anos	Radiologistas odontológicos	VGG-16	RP	DXA	T-score (OMS) N (≥ 1.0) OTP (entre -1 e -2.5) OP (≤ -2.5)	(250x150 pixels) Área à esquerda da mandíbula, inferior ao primeiro pré-molar.	VGG-16 ACC 84%
Chu et al; 2018 EUA [19]	T: 108 F: N/A M: N/A OP: 52 N: 56	T: 108 V: N/A Teste: N/A	N/I	Dentista	OSN	RP	DXA	N/I	(50 x50 pixels) Oito regiões de interesse em maxila e mandíbula	ACC Acurácia geral TSL: 67.59 % HARA: 69.44 % SFTA: 76.85% OSN: 85.19% OSN + TF: 89.81% Indivíduos com osteoporose TSL: 67.31% HARA: 71.15% SFTA: 82.69%

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										OSN: 96.15% OSN + TF: 90.38%
										Indivíduos sem osteoporose TSL: 67.86% HARA: 67.86% SFTA: 71.43% OSN: 75.00% OSN + TF: 89.29%
Lee, et al; 2019 Coreia [25]	T: 1268 F: 1268 M: 0 OP:633 N:635	T e V: 1068 Teste: 200	Idade média (52.5 ± 22.3) anos	Dois radiologistas odontológicos com mais de dez anos de experiência	SC-DCNN MC-DCNN	RP	N/I	Classificação de Klemetti C1: Córtex mandibular normal C2: Erosão cortical moderada C3: Córtex severamente erodido	SC-DCNN (1000 x 200 pixels) Mandíbula abaixo do osso alveolar MC-DCNN (1000 x 200 pixels) Duas RIs da base da mandíbula lados direito e esquerdo	SC-DCNN (com aumento) ACC:98% AUC:0,9991 Precision:1.0 Recall: 0.96 F1 score:0.979 SC-DCNN (sem aumento) ACC:92.5% AUC:0,9763

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										Precision:0.957 Recall: 0.89 F1 score:0.922 MC-DCNN ACC:98,5% AUC:0,9987 Precision:1.0 Recall:0.97 F1score:0.985
Lee, et al; 2020 Coreia [20]	T: 680 F: 565 M: 115 OP:300 N:380	T e V: 544 Teste: 136	63 (± 11.6 anos)	Dois radiologistas odontológicos com mais de dez anos de experiência	CNN3, VGG-16, VGG16-TF VGG16-TF-FT	RP	DXA	T-score (OMS) N (≥ 1.0) OTP (entre -1 e -2.5) OP (≤ -2.5)	(700 x140 pixels) Parte inferior da mandíbula, abaixo do osso alveolar que contém os dentes	CNN3 ACC:66,7% SEN: 0.660 SPE:0,649 AUC:0,667 VGG16 ACC:71,7% SEN:0,674 SPE:0,811 AUC: 0,742 VGG16-TF

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										ACC:80,2% SEN: 0,737 SPE:0,828 AUC:0,782
										VGG16-TF-FT ACC:84% SEN:0,900 SPE:0,828 AUC:0,858
Lee et al; 2021 Coreia [27]	Total: 1.170 F:1.170 M:0 OP:581 N:586	T: 1.070 V:N/I Teste:99	21-84 anos (49,19 +- 21,91)	Dois radiologistas odontológicos com mais de dez anos de experiência	CNN	RP	N/I	Classificação de Klemetti C1: Córtex mandibular normal C2: Erosão cortical moderada C3: Córtex severamente erodido	(520 x 240 pixels) Região abaixo do nariz, incluindo o osso alveolar maxilar e mandibular	CNN ACC: 84,84% SEN: 0,9146 SPE: 0,5294

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
Marar et al.; 2020 Jordânia [24]	Total: 120 F: 120 M: 0 OP: 60 N: 60	T: 72 V: 48 Teste:48	50 – 85 anos	N/I	BPANN	TCFC	DXA	T-score (OMS) N (≥ 1.0) OTP (entre -1 e -2.5) OP (≤ -2.5)	Corte da mandíbula onde ambos os forames aparecem simultaneamente e nas vistas coronais.	ACC:97,917 %
Nakamoto et al; 2022 Japão [21]	Total: 1600* (grupo A:1500; grupoB: 100) F: 1600* M:0 Grupo A: C1:1771 C2:759 C3:470 Grupo B: 100 OP: 23 (DMO coluna lombar:	T:2700 RIs V:300 RIs Teste:200 RIs	≥ 50 (65.5 \pm 9.98 anos)	Radiologista odontológico com mais de 11 anos de experiência	Alexnet, VGG-16 GoogleNet	RP	DXA	T-score (OMS) N (≥ 1.0) OTP (entre -1 e -2.5) OP (≤ -2.5)	(224 x 224 pixels) Osso cortical imediatamente e abaixo do forame mentoniano	Alexnet SEN 82.6 SPE 71.4 Precision (PPV) 46.3 NPV 93.2 ACC 74.0% VGG-16 SEN 78.3 SPE 79.2 Precision (PPV) 52.9 NPV 92.4

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
		T-score < 2,5) e 15 (DMO fêmur: T-score < 2,5)								ACC 79.0%
		N: 77 (DMO coluna lombar: T-score >= - 2,5) e 85 (DMO fêmur: T-score >= -2,5)								GoogLeNet SEN 82.6 SPE 77.9 Precision (PPV) 52.9 NPV 92.4 ACC 79.0% Conventional system SEN 82.6 SPE 66.2 Precision (PPV) 42.2 NPV 92.7 ACC 70.0%
Singh. et al; 2021 EUA	Total: 70	T:56 V: N/I	50 – 60 anos	Radiologista odontológico	SC-DCNN MC-DCNN VGG-16	DPR	N/I	N/I	SC-DCNN (1000 x 200 pixels)	SC-DCNN ACC:85.7%

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ Arquitecturas de tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
[22]	F: 42 M:28 OP:49 N:21	Teste: 14							Mandíbula abaixo do osso alveolar contendo dentes MC-DCNN (400 x 200 pixels) Áreas do corpo mandibular direita e esquerda	MC-DCNN's VGG-16 ACC: 83% MC-DCNN ACC:87.8%
Sukegawa et al; 2022 Japão [23]	Total :778 F: 569 M:209 OP:237 N:541	T: 622 V: N/A Teste: 156	Idade média OP:76,9 anos Idade média N: 68.5 anos	Dois cirurgiões buco-maxilo-faciais	ResNet-18, -50, and -152 EfficientNet-b0, -b3 e -b7	RP	DXA	T-score (OMS) N (≥ 1.0) OTP (entre -1 e -2.5) OP (≤ -2.5)	ResNet (250x400 pixels) Osso cortical na borda inferior da mandíbula. EfficientNet (250x400 pixels)	ResNet - ResNet-18 Image-only model ACC: 81% AUC:0.874 Precision:0.745 Recall (SEN):0.605 F1score:0.646 SPE:0.898

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
									Area acima do osso cortical, além do osso cortical na parte inferior da mandíbula	Ensemble model ACC:82,4% AUC:0.893 Precision:0.768 Recall (SEN):0.630 F1score:0.676 SPE:0.909 - ResNet-50 Image-only model ACC:82,6% AUC:0.890 Precision:0.752 Recall (SEN):0.661 F1score:0.691 SPE:0.899 Ensemble model ACC:83,7%

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/mas Osteoporose/ normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										AUC:0.905 Precision:0.773 Recall (SEN):0.684 F1score:0.714 SPE:0.906
										- ResNet-152 Image-only model ACC:83% AUC:0.895 Precision:0.764 Recall (SEN):0.665 F1score:0.699 SPE:0.903
										Ensemble model ACC:84% AUC:0.911

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/mas Osteoporose/ normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										Precision:0.774 Recall (SEN):0.695 F1score:0.720 SPE:0.906
										<p><u>EfficientNet</u></p> <p>-</p> <p>EfficientNet-b0</p> <p>Image-only model</p> <p>ACC:79,2%</p> <p>AUC:0.844</p> <p>Precision:0.695</p> <p>Recall (SEN):0.590</p> <p>F1score:0.627</p> <p>SPE:0.882</p>
										<p>Ensemble model</p> <p>ACC:81,1%</p>

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/mas culino. Osteoporose/ normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										AUC:0.882 Precision:0.726 Recall (SEN):0.634 F1score:0.661 SPE:0.890
										- EfficientNet-b3 Image-only model ACC:80,7% AUC: 0.867 Precision:0.711 Recall (SEN):0.635 F1score:0.655 SPE:0.883
										Ensemble model ACC:82,4% AUC:0.899

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										Precision:0.733 Recall (SEN):0.680 F1score:0.692 SPE:0.887
										- EfficientNet-b7 Image-only model ACC :83,2% AUC:0.900 Precision:0.743 Recall (SEN):0.716 F1score:0.716 SPE:0.884
										Ensemble model ACC:84,5% AUC:0.921 Precision:0.752

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										Recall (SEN):0.749 F1score:0.740 SPE:0.888
Tassoker et al; 2022 Turquia [26]	Total: 744 F:744 M:0 (C1) 597 (C2) 581 (C3) 510	(C1, C2, C3) T e V: 1191 Teste: 297 (C1, C2) T e V: 943 Teste: 235 (C1, C3) T and V: 726 Teste: 181 (C1, (C2+C3)) T e V: 1191 Teste:297	≥50 anos	Dois radiologistas com 11 e três anos de experiência	GoogleNet, AlexNet, ResNeT-50, ShuffleNet, SqueezeNet	RP	N/I	Classificação de Klemetti C1: Córtex mandibular normal C2: Erosão cortical moderada C3: Córtex severamente erodido	(224 x 224 pixels) Região que se estende da região distal até a região antegonial do forame mentoniano.	(C1, C2, C3) GoogleNet ACC:79,2% SPE:0.8997 AUC: 0.9369 Precision:0.7914 Recall (SEN):0.8116 F1score:0.8014 AlexNet: ACC:81,4% SPE:0.9048 AUC:0.9363 Precision:0.8065 Recall (SEN):0.8204

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										F1score:0.8134
										ResNet-50 ACC:75% SPE:0.8737 AUC:0.9012 Precision:0.7450 Recall (SEN):0.7652 F1score:0.7550
										ShuffleNet ACC:73,3% SPE:0.8643 AUC:0.8910 Precision:0.7258 Recall (SEN):0.7502 F1score:0.7378
										SqueezeNet ACC:75,5%

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/mas culino. Osteoporose/ normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										SPE:0.8775 AUC:0.9237 Precision:0.7722 Recall (SEN):0.7735 F1score:0.7725
										(C1, C2) GoogleNet ACC:89% SPE:0.9362 AUC:0.9560 Precision:0.9311 Recall (SEN):0.8437 F1score:0.8842
										AlexNet ACC:85,6% SPE:0.8638 AUC:0.9366 Precision:0.8679

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/mas Osteoporose/ normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										Recall (SEN):0.8672 F1score:0.8674
										ResNet-50 ACC:82,7% SPE:0.8655 AUC:0.9080 Precision:0.8590
										Recall (SEN):0.7899 F1score:0.8224
										ShuffleNet ACC:79,5% SPE:0.8259 AUC:0.8806 Precision:0.8228
										Recall (SEN):0.7664 F1score:0.7904
										SqueezeNet

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/mas culino. Osteoporose/ normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										ACC:87,5% SPE:0.9190 AUC:0.9550 Precision:0.9228 Recall (SEN):0.8336 F1score:0.8694
										(C1, C3) GoogleNet ACC:98,5% SPE:0.9903 AUC:0.9985 Precision:0.9949 Recall (SEN):0.9832 F1score:0.9890
										AlexNet ACC:98,5% SPE:0.9806 AUC:0.9987 Precision:0.9899

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/mas Osteoporose/ normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										Recall (SEN):0.9882 F1score:0.9891
										ResNet-50 ACC:95% SPE:0.9645 AUC:0.9883 Precision:0.9810 Recall (SEN):0.9429 F1score:0.9614
										ShuffleNet ACC:94,5% SPE:0.9516 AUC:0.9915 Precision:0.9740 Recall (SEN):0.9429 F1score:0.9581
										SqueezeNet

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/mas culino. Osteoporose/ normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										ACC:98,3% SPE:0.9903 AUC:0.9975 Precision:0.9950 Recall (SEN):0.9798 F1score:0.9873
										(C1, (C2+C3)) GoogleNet ACC:92,7% SPE:0.9753 AUC:0.9787 Precision:0.9592 Recall (SEN):0.8571 F1score:0.9048
										AlexNet ACC:91,3% SPE:0.9876 AUC:0.9810

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/mas Osteoporose/ normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
										Precision:0.9774 Recall (SEN):0.8034 F1score:0.8807
										ResNet-50 ACC:87,4% SPE:0.9584 AUC:0.9574 Precision:0.9240 Recall (SEN):0.7479 F1score:0.8257
										ShuffleNet ACC:86,8% SPE:0.9528 AUC:0.9438 Precision:0.9135 Recall (SEN):0.7429 F1score:0.8173

Autor, Ano e País	Participantes Feminino/masculino. Osteoporose/normal	Amostra (Treinamento, validação e Teste)	Idade média	Especialistas/ tempo de experiência	Arquiteturas de aprendizado profundo	Tipo de imagem	Padrão de Referência	Método de classificação	Região de interesse	Métricas de avaliação de desempenho
-------------------	--	--	-------------	-------------------------------------	--------------------------------------	----------------	----------------------	-------------------------	---------------------	-------------------------------------

SqueezeNet
 ACC:90,5%
 SPE:0.9764
 AUC:0.9775
 Precision:0.958
 7
 Recall
 (SEN):0.793
 F1score:0.86
 79

T: treinamento; **V:** validação; **NI:** Não informado; **F:** feminino; **M:** masculino; **OP:** osteoporose; **N:** normal; **OTP:** Osteopenia; **RP:** radiografia panorâmica ; **TCFC:** Tomografia computadorizada de feixe cônico; **DXA:** Absorciometria de RX de Dupla Energia ; **DMO:** Densidade mineral óssea; **ACC:** acurácia; **SEN:** sensibilidade; **SPE:** especificidade; **AUC:** área sob a curva; **PPV:** Valor preditivo positivo; **NPV:** Valor preditivo negativo **RI:** região de interesse ; **CNN:**

convolutional neural network; **GSF**: Genetic Swarm Fuzzy Isser ; **OSN**: Octuple Siamese Network; **SC-DCNN**: single-column deep convolutional neural network; **MC-DCNN**: multicolumn deep convo-lutional neural network; **CNN3**: three convolutional layers; **VGG16**: visual geometry group deep CNN model with no pre-trained weights, ; **VGG16-TF**: a transfer learning model from VGG16 with pre-trained weights ; **VGG16-TF-F**: a transfer learning and fine-tuning model from VGG16 with pre-trained weights; **ANN**: Artificial Neural Network; **BPANN**: Feed-forward Back Propagation ANN ; **TSL**: two-stage learning method; **HARA**: Haralick feature ; **SFTA**: Segmented Fractal Analysis of Tex

(conclusão)

3.3 SÍNTESE DOS RESULTADOS

No total, 6.776 radiografias panorâmicas e 120 imagens de TCFC foram analisadas. Desses exames, 2.446 eram de indivíduos com osteoporose e 3.661 com DMO normal. Dois estudos classificaram 669 indivíduos como osteopênicos [21,27]. Dos estudos incluídos, seis [18,21,24-27] avaliaram somente pacientes do sexo feminino, três [20,22,23] avaliaram ambos os sexos, e um [19] não informou o sexo dos 108 indivíduos analisados. Quanto à faixa etária, a maioria dos estudos analisou pacientes com idades variando de 50 a 92 anos. Apenas o estudo de Lee et al. (2021) incluiu indivíduos com idade inferior a 50 anos (21 anos), e um estudo [19] não citou essa informação [27].

Quanto às arquiteturas de RNC, VGG-16 (n=4); AlexNet (n=2); GoogleNet (n=2), DCNN (n=2) e ResNet (n=2) foram as mais comumente utilizadas, seguidas de OSN (n=1); EfficientNet (n=1); ShuffleNet (n=1); SqueezeNet (n=1); RetinaNet (n=1); Holistic SSM (n=1); CNN3 n=1; e BPANN (n=1).

Nos dez estudos a métrica acurácia (ACC) foi usada como método primário de avaliação de desempenho. Quatro estudos usaram AUC; sensibilidade e especificidade (n=5), sensibilidade (n=2), Precision (PPV) e F1 score (n=5) além de ACC. Os maiores valores de ACC de 98,5% foram obtidos em dois estudos [25,26] utilizando DCNN de várias colunas (MC-DCNN), Alexnet e GoogleNet. O menor valor de ACC (66,7%) foi observado no estudo de Lee et al. (2020), com o uso de CNN3 [20].

Em seis estudos [18-21,23,25] a acurácia diagnóstica foi avaliada comparando os resultados dos novos sistemas com os resultados do diagnóstico de osteoporose feito com base no DXA (padrão-ouro). Três estudos [25-27] utilizaram avaliação de ao menos dois radiologistas odontológicos com três a 11 anos de experiência, para a classificar as imagens de acordo com o método proposto por Klemetti et al. (1994). Em um estudo [22], não houve menção quanto ao padrão de referência e nem o método de classificação de osteoporose utilizado, embora ambos os estudos tenham informado sobre o quantitativo de indivíduos com e sem o diagnóstico da doença.

Quanto as RIs, a maioria dos estudos elegeu a região inferior da mandíbula, nas proximidades do forame mentoniano, para processamento da imagem. Um estudo [27] utilizou diferentes RIs não só em mandíbula como em maxila. As RIs foram

selecionadas por radiologistas odontológicos (n=7) dentistas (n=1) e; cirurgião bucomaxilofacial (n=1). O tamanho final das imagens após redimensionamento incluindo a RI, variou de 50x50 a 1333x 800 pixels.

Importante mencionar que, nos estudos de Singh et al. (2021) e Sukegawa et al. (2022), além das imagens, foram incluídas variáveis clínicas do paciente, como idade, índice de massa corporal e sexo, à análise de aprendizado profundo [22,23].

3.4 QUALIDADE METODOLÓGICA

A ferramenta QUADAS-2 (Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies 2) foi utilizada para avaliar a qualidade dos estudos. A Figura 2 (a-b) ilustra a análise do risco de viés dos estudos. O risco de viés na seleção dos pacientes foi considerado baixo ou incerto devido à falta de informação de muitos estudos quanto ao processo de obtenção da amostra. As preocupações de aplicabilidade na seleção dos pacientes foram consideradas baixas.

O risco de viés em relação ao teste índice foi considerado incerto para todos os estudos, porque não havia informações claras sobre o conhecimento prévio ou não dos resultados do padrão de referência e nem sobre o limite. As preocupações de aplicabilidade do teste índice foram baixas devido ao desempenho estável do aprendizado profundo.

As preocupações de aplicabilidade em relação ao padrão de referência foram consideradas baixas. A avaliação do risco de viés foi considerada incerta, já que os estudos não foram claros em especificar se os resultados do padrão de referência foram interpretados sem o conhecimento dos resultados do teste índice.

A qualidade metodológica dos estudos realizada com base no *checklist* para inteligência artificial está ilustrada na tabela 2. Nesta avaliação, são observados parâmetros relacionados aos dados (amostragem, processamento da imagem, proteção de dados), tamanho da amostra, teste de referência, agrupamento, conjunto de dados de teste (modelo e treinamento) e recursos computacionais. Observou-se que nenhum dos estudos contemplou a totalidade dos itens do *checklist*. Isso ficou mais evidente no item “proteção” já que os estudos não informaram se foram tomadas medidas de proteção dos dados dos participantes em seus estudos. Por outro lado, o processamento das imagens foi um item presente em todos os trabalhos. Alguns

estudos mostraram fragilidades em relação ao padrão de referência que não foi informado claramente. O tamanho da amostra em alguns estudos foi inferior a 400, portanto, considerado como ausente de acordo com esse *checklist*. Tudo isso leva à conclusão de que os estudos, no geral, tiveram uma baixa [19,22,24,26] a incerta [18,20,21,25,27] qualidade metodológica.

A síntese da certeza da evidência dos estudos feita com base na abordagem GRADE, encontra-se na figura 3.

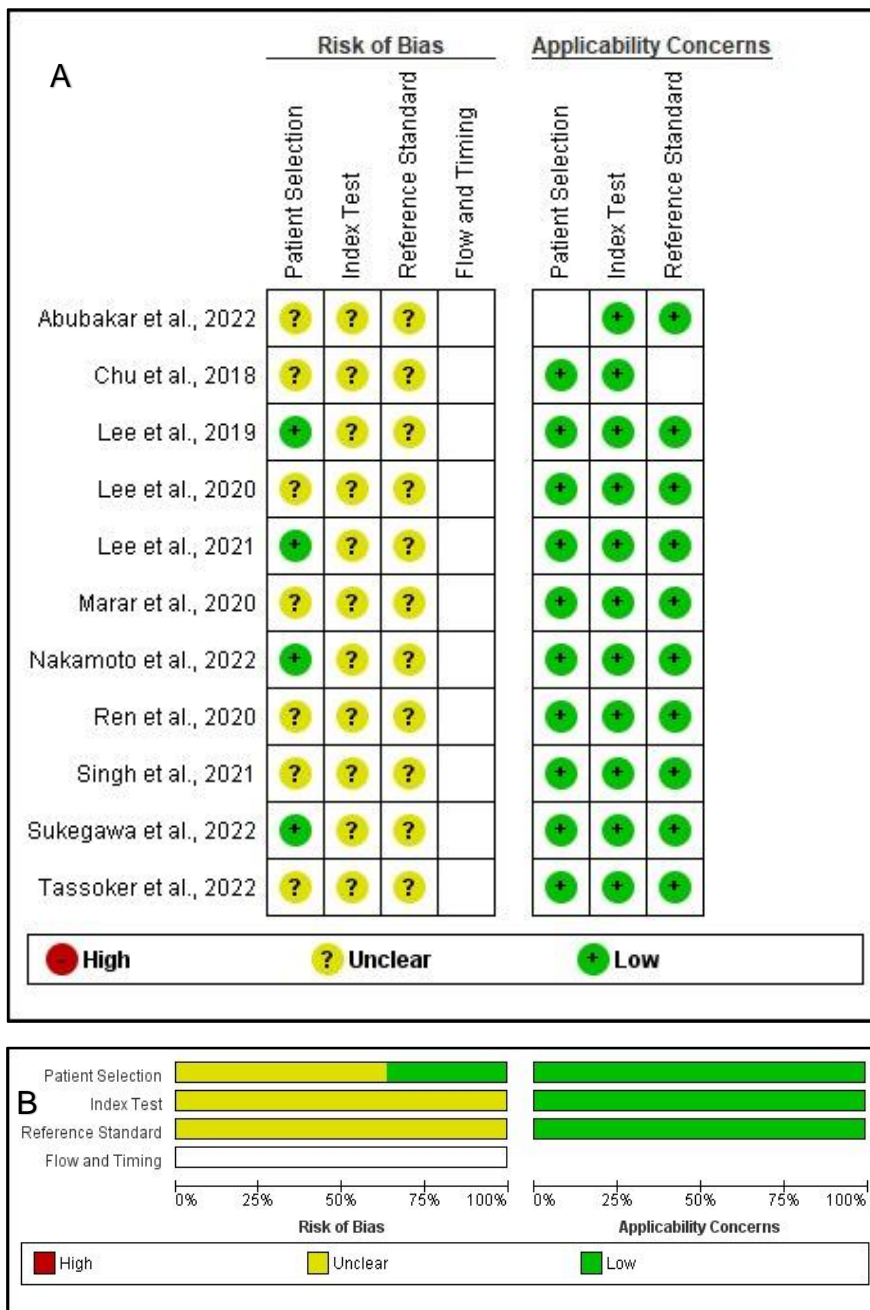


Figura 2. (A) Risco de viés e resumo das questões de aplicabilidade.

(B) Gráfico do risco de viés e resumo das questões de aplicabilidade.

Figura 3 - Síntese da avaliação da certeza da evidência

Desfecho	Nº dos estudos (Nº de pacientes)	Delineamento do estudo	Fatores que podem diminuir a certeza da evidência					Efeito por 1.000 pacientes testados	Teste de acurácia CoE
			Risco de viés	Evidência indireta	Inconsistência	Imprecisão	Viés de publicação	Probabilidade pré- teste de 0%	
Verdadeiros-positivos (pacientes com osteoporose)	11 estudos 2498 pacientes	Estudo de acurácia do tipo caso- controle	grave ^a	grave ^a	não grave	não grave	forte associação	0 (0 para 0)	⊕⊕⊕○ Moderada
Falsos-negativos (pacientes incorretamente classificados como não tendo osteoporose)								0 (0 para 0)	
Verdadeiros-negativos (pacientes sem osteoporose)	11 estudos 3717 pacientes	Estudo de acurácia do tipo caso- controle	grave ^a	grave ^a	não grave	não grave	forte associação	0 (0 para 0)	
Falsos-positivos (Pacientes com osteoporose incorretamente classificados)								1000 (1000 para 1000)	

a- Foram observadas inconsistências em relação a forma de seleção da amostra, bem como na sua divisão em grupos de teste, treinamento e validação.

4 DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática é a primeira a investigar as evidências disponíveis sobre a acurácia diagnóstica de ferramentas de aprendizado profundo para o rastreamento de osteoporose com uso de exames de imagem odontológicos. As evidências encontradas sugerem que a aplicação de ferramentas de aprendizado profundo em exames de imagem odontológicos apresenta potencial para rastreamento de indivíduos com osteoporose.

As primeiras avaliações importantes dos estudos incluídos mostraram que a aplicação de técnicas apropriadas de aprendizado de transferência e ajuste fino em arquiteturas RNC profundas pré-treinadas teve um nível de triagem de osteoporose baseado em RP equivalente a estudos anteriores, mesmo com pequenos conjuntos de dados de imagem. De forma resumida, a transferência de aprendizado é caracterizada pelo processo de aproveitar o treinamento prévio de redes neurais já testadas e reajustá-las para outros propósitos, obtendo-se boa acurácia e poupando tempo [28].

Existem muitas arquiteturas de RNC diferentes que foram projetadas para realizar classificações e reconhecimentos de imagens. Cada uma dessas arquiteturas difere em aspectos específicos, incluindo o número e o tamanho das camadas, as conexões entre essas camadas e a profundidade geral da rede. Nesse sentido, o modelo CNN3, com três camadas convolucionais, apresentou a menor performance entre os demais grupos. Com base nesses resultados, pode-se estimar que um modelo RNC com um pequeno número de camadas pode ter limitação em aprender a verdadeira distribuição de dados de um pequeno número de conjuntos de dados [20].

Importante ressaltar que, embora as RNCs tenham sido identificadas como ferramentas eficazes de classificação de imagens, elas exigem muitos dados de treinamento, o que pode ser difícil de aplicar aos dados de imagens odontológicas, por não estarem amplamente disponíveis. Na maioria dos estudos avaliados, o conjunto de amostra para treinamento e teste foi pequeno. Assim, se fossem desenvolvidos grandes conjuntos de dados de imagens odontológicas acessíveis, as pesquisas, sem dúvida, seriam beneficiadas [30].

Outra característica importante observada apenas em dois dos estudos avaliados, é que a exposição de uma maior quantidade de covariáveis clínicas do paciente, como idade, às camadas de classificação das RNCs foi relacionada a melhor acurácia na classificação do modelo [22,23]. Informações como idade, sexo, índice de massa corporal (IMC), histórico de fraturas, entre outros, por refletirem a condição geral do paciente, se configuram como fatores importantes no diagnóstico de osteoporose [30]. No entanto, até o momento de realização deste trabalho, poucos foram os estudos que empregaram imagens usando deep learning e modelos ensemble com covariáveis clínicas além dos estudos aqui mencionados [31,32].

Em relação a classificação entre casos saudáveis e com osteoporose, muitas são as métricas que podem ser usadas para avaliação dos resultados das redes neurais convolucionais como acurácia, F1-Score, sensibilidade e especificidade entre outras. Em todos os estudos avaliados, a ACC foi métrica mais utilizada. Ela é representada por uma equação em que casos avaliados corretamente (verdadeiros positivos -TP e verdadeiros negativos-TN) são divididos por casos totais (TP+TN+FN (falso negativos) +FP (falso positivos)). Assim, por ser a mais intuitiva e simples das métricas de avaliação do modelo, a acurácia é a mais comumente usada [34]. No entanto, é importante ressaltar que, na existência de conjunto de dados muito desequilibrados (osteoporose/saudáveis) é indicado acrescentar outras métricas além dessa, já que nesses casos a acurácia pode não reproduzir com exatidão os resultados.

Nesse interim, a métrica F1-Score combina sensibilidade e precisão em uma média harmônica. Essa métrica penaliza desempenhos ruins em qualquer uma das métricas que a compõe, sendo muito útil para a avaliação de desempenho do modelo [33]. Dos estudos avaliados, apenas três utilizaram F1-Score [23,25,26].

Dito isso, nota-se que a implementação da inteligência artificial no diagnóstico oral parece bastante promissora dados os resultados aqui discutidos, porém também possui uma série de imitações e desafios que precisam ser melhor explorados pela comunidade científica.

A quantidade e a qualidade dos dados de imagens são cruciais para o processo de aprendizado de sistemas de aprendizado profundo. No entanto, apesar desses dados estarem presentes no cotidiano da clínica odontológica, nem todos estão disponíveis e acessíveis para o desenvolvimento de IA, principalmente devido a questões éticas e à política de proteção de dados dos pacientes. Apesar do aumento

exponencial do poder computacional ano a ano, a limitação do tamanho dos dados bem como o seu gerenciamento pode ser um dos principais problemas no desenvolvimento de estudos de aprendizado profundo.

Por fim, há necessidade de melhor delineamento e padronização das metodologias de pesquisa, como conceito e uso de terminologia, justificção do tamanho do conjunto de dados, métricas de desempenho e formatos de relatórios. É necessário um formato de relatório padronizado, como o descrito na lista de verificação para inteligência artificial em imagens médicas (CLAIM) [34]. Essa diretriz fornece informações essenciais sobre os itens que devem constar nos estudos primários de IA, e tem como o objetivo promover uma comunicação científica mais clara e reprodutível sobre a aplicação de IA em exames de imagem. Ao seguir o formato científico padronizado, espera-se que mais pesquisas de aprendizado profundo em exames de imagem odontológicos tenham um impacto global e tragam melhorias substanciais no campo da radiologia oral e maxilofacial.

5 LIMITAÇÕES

Esta revisão e os estudos incluídos possuem algumas limitações. Uma delas é quanto ao risco de viés. Na maioria dos estudos as amostras foram pequenas e, portanto, possivelmente pouco representativas. Além disso, na maior parte dos estudos não houve informações claras sobre os critérios de seleção da amostra.

Dito isto, deve-se notar também que dos dez estudos incluídos, três não usaram a tecnologia DXA como padrão de referência, e sim avaliação individual de especialistas para classificar as alterações ósseas na imagem. Um estudo não mencionou de forma explícita o método de diagnóstico utilizado. Isso é importante, uma vez que o padrão de referência afeta diretamente a estimativa de desempenho do teste.

6 FUTUROS ESTUDOS

A pesquisa futura em aprendizado profundo com uso de exames de imagem odontológicos deve envolver pesquisadores interdisciplinares e seguir as diretrizes dos formatos de *checklists* específicos e já disponíveis, a fim de alinhar o desenho da pesquisa e aumentar o impacto do desenvolvimento da inteligência artificial

globalmente. Além disso, a inclusão de uma maior quantidade de covariáveis clínicas do paciente às camadas de classificação das RNCs, bem como o desenvolvimento de sistemas automáticos de detecção da RI parecem necessários e promissores.

Também se faz necessário o desenvolvimento de um banco de dados público de imagens odontológicas para aplicações de aprendizado profundo, além da capacitação intensiva de profissionais da odontologia para que haja a probabilidade de crescimento e desenvolvimento da IA neste campo.

7 CONCLUSÃO

Nesta revisão sistemática, foi discutido o rastreamento de osteoporose com base em aprendizado profundo e exames de imagem odontológicos. Um total de dez estudos foram avaliados e tiveram suas limitações discutidas. Conclui-se que algoritmos de AP apresentam performance favorável na avaliação de dados visuais para rastrear osteoporose. Assim, o uso de algoritmos de aprendizado profundo em serviços odontológicos se apresenta como potencial ferramenta auxiliar no processo de tomada de decisão dos cirurgiões-dentistas, permitindo avaliação de imagens e rastreamento de osteoporose, além de poupar tempo e outros recursos. No entanto, o desenvolvimento atual do AP em imagens odontológicas não está maduro o suficiente e requer melhorias substanciais antes de sua implementação na rotina clínica. A utilização desses métodos carece ser confirmada por mais estudos, principalmente prospectivos e com delineamentos mais completos e padronizados.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NIH .Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy, March 7-29, 2000: highlights of the conference. Southern medical journal. 2001;94(6).12 jun.2023.
2. Epidemiology of osteoporosis and fragility fractures | International Osteoporosis Foundation 2023. Disponível em: <https://www.osteoporosis.foundation/facts-statistics/epidemiology-of-osteoporosis-and-fragility-fractures>, 15 jun.2023.
3. Zaia A. Fractal lacunarity of trabecular bone and magnetic resonance imaging: New perspectives for osteoporotic fracture risk assessment. World J Orthop. 2015 Mar 18;6(2):221-35; 14 jun.2023.
4. Sanchez-Molina D, Velazquez-Ameijide J, Quintana V, Arregui-Dalmases C, Crandall JR, Subit D, Kerrigan JR. Fractal dimension and mechanical properties of human cortical bone. Med Eng Phys. 2013 May;35(5):576-82 , jun.2023.
5. Gulsahi A, Paksoy CS, Ozden S, Kucuk NO, Cebeci AR, Genc Y. Assessment of bone mineral density in the jaws and its relationship to radiomorphometric indices. Dentomaxillofac Radiol. 2010 Jul;39(5):284-9. Erratum in: Dentomaxillofac Radiol. 2013;42(8):20139012, 18 jun.2023.
6. Lindh C, Obrant K, Petersson A. Maxillary bone mineral density and its relationship to the bone mineral density of the lumbar spine and hip. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2004 Jul;98(1):102-9, 30 jun.2023.
7. Devlin H, Horner K, Ledgerton D. A comparison of maxillary and mandibular bone mineral densities. J Prosthet Dent. 1998 Mar;79(3):323-7 jul.2023.
8. Kavitha MS, Park SY, Heo MS, Chien SI. Distributional Variations in the Quantitative Cortical and Trabecular Bone Radiographic Measurements of Mandible, between Male and Female Populations of Korea, and its Utilization. PLoS One. 2016 Dec 21;11(12):e0167992, jul.2023.
9. Devlin H, Horner K. Mandibular radiomorphometric indices in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density. Osteoporos Int. 2002 May;13(5):373-8, ago.2023.
10. Abu Marar RF, Uliyan DM, Al-Sewadi HA. Mandible Bone Osteoporosis Detection using Cone-beam Computed Tomography. Engineering Technology & Applied Science Research. 2020;10(4):6027-33, 13 jul.2023.
11. Abubakar UB, Boukar MM, Adeshina S, editors. Comparison of Transfer Learning Model Accuracy for Osteoporosis Classification on Knee Radiograph. and International Conference on Computing and Machine Intelligence, ICMI 2022, July 15, 2022 - July 16, 2022; 2022; Istanbul, Turkey: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.13 jul.2023.
12. Kavitha MS, Ganesh Kumar P, Park SY, Huh KH, Heo MS, Kurita T, Asano A, An SY, Chien SI. Automatic detection of osteoporosis based on hybrid genetic swarm fuzzy classifier approaches. Dentomaxillofac Radiol. 2016;45(7):20160076, jul.2023.

13. Janiesch C, Zschech P, Heinrich K. Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*. 2021;31(3):685-95, mai.2023.
14. Hwang JJ, Jung YH, Cho BH, Heo MS. An overview of deep learning in the field of dentistry. *Imaging Sci Dent*. 2019 Mar;49(1):1-7. Epub 2019 Mar 25.
15. Shamseer L, Moher D, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, PRISMA-P Group et al (2015) Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMAP) 2015: elaboration and explanation. *BMJ* 350:g7647.
16. Cohen JF, Deeks JJ, Hooft L, Salameh JP, Korevaar DA, Gatsonis C, Hopewell S, Hunt HA, Hyde CJ, Leeflang MM, Macaskill P, McGrath TA, Moher D, Reitsma JB, Rutjes AWS, Takwoingi Y, Tonelli M, Whiting P, Willis BH, Thombs B, Bossuyt PM, McInnes MDF. Preferred reporting items for journal and conference abstracts of systematic reviews and meta-analyses of diagnostic test accuracy studies (PRISMA-DTA for Abstracts): checklist, explanation, and elaboration. *BMJ*. 2021 Mar 15;372:n265.
17. Schwendicke F, Singh T, Lee JH, Gaudin R, Chaurasia A, Wiegand T, Uribe S, Krois J; IADR e-oral health network and the ITU WHO focus group AI for Health. Artificial intelligence in dental research: Checklist for authors, reviewers, readers. *J Dent*. 2021 Apr;107:103610.
18. Abubakar UB, Boukar MM, Dane S. Review of Swarm Fuzzy Classifier and a Convolutional Neural Network with VGG-16 Pre-Trained Model on Dental Panoramic Radiograph for Osteoporosis Classification. *Journal of Research in Medical and Dental Science*. 2022;10(1):193-7, jul.2023
19. Chu P, Bo C, Liang X, Yang J, Megalooikonomou V, Yang F, Huang B, Li X, Ling H. Using Octuplet Siamese Network For Osteoporosis Analysis On Dental Panoramic Radiographs. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2018 Jul;2018:2579-2582, jul.2023.
20. Lee KS, Jung SK, Ryu JJ, Shin SW, Choi J. Evaluation of Transfer Learning with Deep Convolutional Neural Networks for Screening Osteoporosis in Dental Panoramic Radiographs. *J Clin Med*. 2020 Feb 1;9(2):392, jul.2023.
21. Nakamoto T, Taguchi A, Kakimoto N. Osteoporosis screening support system from panoramic radiographs using deep learning by convolutional neural network. *Dentomaxillofac Radiol*. 2022 Sep 1;51(6):20220135. Epub 2022 Aug 2.
22. Singh Y, Atulkar V, Ren J, Yang J, Fan H, Latecki LJ, Ling H. Osteoporosis Prescreening and Bone Mineral Density Prediction using Dental Panoramic Radiographs. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2021 Nov;2021:2700-2703, jul.2023.
23. Sukegawa S, Tanaka F, Hara T, Yoshii K, Yamashita K, Nakano K, Takabatake K, Kawai H, Nagatsuka H, Furuki Y. Deep learning model for analyzing the relationship between mandibular third molar and inferior alveolar nerve in panoramic radiography. *Sci Rep*. 2022 Oct 8;12(1):16925, 22 jul.2023.
24. Abu Marar RF, Uliyan DM, Al-Sewadi HA. Mandible Bone Osteoporosis Detection using Cone-beam Computed Tomography. *Engineering, Technology & Applied Science Research*. 2020;10(4):6027-33, 22 jul.2023.

25. Lee JS, Adhikari S, Liu L, Jeong HG, Kim H, Yoon SJ. Osteoporosis detection in panoramic radiographs using a deep convolutional neural network-based computer-assisted diagnosis system: a preliminary study. *Dentomaxillofac Radiol*. 2019 Jan;48(1):20170344, 22 jul.2023.
26. Tassoker M, Öziç MÜ, Yuce F. Comparison of five convolutional neural networks for predicting osteoporosis based on mandibular cortical index on panoramic radiographs. *Dentomaxillofac Radiol*. 2022 Sep 1;51(6):20220108., jul.2023.
28. Rawat W, Wang Z. Deep Convolutional Neural Networks for Image Classification: A Comprehensive Review. *Neural Comput*. 2017 Sep;29(9):2352-2449, ago.2023
29. Kumar A, Bhadauria HS, Singh A. Descriptive analysis of dental X-ray images using various practical methods: A review. *PeerJ Comput Sci*. 2021 Sep 13;7:e620, 02 ago.2023.
30. Chiu JS, Li YC, Yu FC, Wang YF. Applying an artificial neural network to predict osteoporosis in the elderly. *Stud Health Technol Inform*. 2006;124:609-14, ago.2023
31. Badgeley MA, Zech JR, Oakden-Rayner L, Glicksberg BS, Liu M, Gale W, McConnell MV, Percha B, Snyder TM, Dudley JT. Deep learning predicts hip fracture using confounding patient and healthcare variables. *NPJ Digit Med*. 2019 Apr 30;2:31; 10 ago.2023.
32. Yamamoto N, Sukegawa S, Kitamura A, Goto R, Noda T, Nakano K, Takabatake K, Kawai H, Nagatsuka H, Kawasaki K, Furuki Y, Ozaki T. Deep Learning for Osteoporosis Classification Using Hip Radiographs and Patient Clinical Covariates. *Biomolecules*. 2020 Nov 10;10(11):1534, 15 ago.2023.
33. Teemu Kanstrén. A Look at Precision, Recall, and F1-Score. Exploring the relations between machine learning metrics. Medium [revisa em internet] 2020 setembro. [acesso 10 de agosto de 2023]. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/a-look-at-precision-recall-and-f1-score-36b5fd0dd3ec>
34. Mongan J, Moy L, Kahn CE Jr. Checklist for Artificial Intelligence in Medical Imaging (CLAIM): A Guide for Authors and Reviewers. *Radiol Artif Intell*. 2020 Mar 25;2(2):e200029, 15 ago.2023.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Estratégia de busca em cada base de dado.

Database	Search strategy	Results April 02 th 2023
Medline / PubMed	("Ensemble Learning"[Title/Abstract] OR "random forests"[Title/Abstract] OR "ensemble methods"[Title/Abstract] OR "Kernel"[Title/Abstract] OR "Gaussian process"[All Fields] OR "Logical learning"[All Fields] OR "relational learning"[All Fields] OR "Inductive logic"[All Fields] OR "Statistical relational"[All Fields] OR "probabilistic graphical model"[All Fields] OR "Maximum entropy"[All Fields] OR "Maximum a posteriori"[All Fields] OR "Mixture model"[All Fields] OR "Bayesian network"[All Fields] OR "Perceptron algorithm"[All Fields] OR "Factorization"[All Fields] OR "Latent Dirichlet allocation"[All Fields] OR "Rule learning"[All Fields] OR "Instance-based"[All Fields] OR "Stochastic game"[All Fields] OR "Deep belief network"[All Fields] OR "Bio-inspired approach"[All Fields] OR "Evolvable hardware"[All Fields] OR "Artificial Intelligence"[MeSH Terms] OR "Artificial Intelligence"[All Fields] OR "Computational Intelligence"[All Fields] OR "Machine Intelligence"[All Fields] OR "Computer Reasoning"[All Fields] OR "AI"[Title/Abstract] OR "Computer Vision Systems"[All Fields] OR "Computer Vision System"[All Fields] OR "Knowledge Acquisition"[All Fields] OR "knowledge representation computer"[All Fields] OR "Knowledge Representation"[All Fields] OR "Knowledge Representations"[All Fields] OR "Computer Heuristics"[MeSH Terms] OR "Computer Heuristics"[All Fields] OR "Expert Systems"[MeSH Terms] OR "Expert Systems"[All Fields] OR "Expert System"[All Fields] OR "Fuzzy Logic"[MeSH Terms] OR "Fuzzy Logic"[All Fields] OR "Knowledge Bases"[MeSH Terms] OR "Knowledge Bases"[All Fields] OR "Knowledge Base"[All Fields] OR "Knowledgebases"[All Fields] OR "Knowledgebase"[All Fields] OR "Machine Learning"[MeSH Terms] OR "Machine Learning"[All Fields] OR "Transfer Learning"[All Fields] OR "Deep Learning"[MeSH Terms] OR "Deep Learning"[All Fields] OR "Hierarchical Learning"[All Fields] OR "Supervised Machine Learning"[MeSH Terms] OR "Semi supervised Learning"[All Fields] OR "Learning from Labeled Data"[All Fields] OR "Support Vector Machine"[MeSH Terms] OR "Support Vector Machine"[All Fields] OR "Support Vector Machines"[All Fields] OR "Support Vector Network"[All Fields] OR "Support Vector Networks"[All Fields] OR "Unsupervised Machine Learning"[MeSH Terms] OR "Natural Language Processing"[MeSH Terms] OR "Natural Language Processing"[All Fields] OR "neural networks, computer"[MeSH Terms] OR "Computer Neural Network"[All Fields] OR "Computer Neural Networks"[All Fields] OR "Neural Network Model"[All Fields] OR "Neural Network Models"[All Fields] OR "Computational Neural Networks"[All Fields] OR "Computational Neural Network"[All Fields] OR "Perceptrons"[All Fields] OR "Perceptron"[All Fields] OR "Connectionist Models"[All Fields] OR "Connectionist Model"[All Fields] OR "neural networks computer"[All Fields] OR "neural network computer"[All Fields] OR "Hierarchical Learning"[All Fields] OR "Robotics"[MeSH Terms] OR "Robotics"[Title/Abstract] OR "remote operations robotics"[All Fields] OR "remote operation robotics"[All Fields] OR "Telerobotics"[All Fields] OR "Soft Robotics"[All Fields] OR "Soft Robotic"[All Fields] OR "Likelihood Functions"[MeSH Terms] OR "Likelihood Functions"[All Fields] OR "Likelihood Function"[All Fields] OR "Maximum Likelihood Estimates"[All Fields] OR "Maximum Likelihood Estimate"[All Fields] OR "Likelihood Ratio Test"[All Fields] OR "Latent Class Analysis"[MeSH Terms] OR "Latent Class Analysis"[All Fields] OR "Latent Class Analyses"[All Fields] OR "Latent Variable Modeling"[All Fields] OR "Latent Variable Modelings"[All Fields] OR "Structural Equation Modeling"[All Fields] OR "Structural Equation Modelings"[All Fields] OR "Probabilistic Latent Semantic Analysis"[All Fields] OR "Latent Class Model"[All Fields] OR "Latent Class Models"[All Fields] OR "Linear Models"[MeSH Terms] OR "Linear Models"[All Fields] OR "Linear Model"[All Fields] OR "Log Linear Models"[All Fields] OR "Log Linear Model"[All	214

	<p>Fields] OR "Linear Regression"[All Fields] OR "Linear Regressions"[All Fields] OR "factor analysis, statistical"[MeSH Terms] OR "Factor Analyses"[All Fields] OR "Factor Analysis"[All Fields] OR "Principal Component Analysis"[MeSH Terms] OR "Principal Component Analysis"[All Fields] OR "Principal Component Analyses"[All Fields] OR "Markov Chains"[MeSH Terms] OR "Markov"[Title/Abstract] OR "Markov Process"[All Fields] OR "Markov Processes"[All Fields] OR "Markov Chain"[All Fields] OR "decision making, computer assisted"[MeSH Terms] OR "Computer Assisted Decision Making"[All Fields] OR "diagnosis, computer assisted"[MeSH Terms] OR "Computer Assisted Diagnosis"[All Fields] OR "Computer Assisted Diagnoses"[All Fields] OR "therapy, computer assisted"[MeSH Terms] OR "Computer Assisted Therapy"[All Fields] OR "Computer Assisted Therapies"[All Fields] OR "Nomograms"[MeSH Terms] OR "Nomograms"[All Fields] OR "Nomogram"[All Fields] OR "Partin Tables"[All Fields] OR "Partin Table"[All Fields] OR "Bioinformatics"[All Fields] OR "Web-Based system"[All Fields]) AND ("Osteoporosis"[MeSH Terms] OR "Osteoporosis"[All Fields] OR "Osteoporoses"[All Fields] OR "Post-Traumatic Osteoporosis"[All Fields] OR "Senile Osteoporosis"[All Fields] OR "Age-Related Bone Loss"[All Fields] OR "Age-Related Bone Losses"[All Fields] OR "age related osteoporosis"[All Fields] OR "age related osteoporosis"[All Fields] OR "Age-Related Osteoporoses"[All Fields] OR "osteoporosis, postmenopausal"[MeSH Terms] OR "Perimenopausal Bone Loss"[All Fields] OR "Post-Menopausal Osteoporosis"[All Fields] OR "Postmenopausal Osteoporosis"[All Fields] OR "Postmenopausal Osteoporoses"[All Fields] OR "Postmenopausal Bone Loss"[All Fields] OR ("bone density"[MeSH Terms] OR "bone density"[All Fields]) AND ("loss"[All Fields] OR "Losses"[All Fields])) OR ("absorptiometry, photon"[MeSH Terms] OR "Photon Absorptiometry"[All Fields] OR "X-Ray Densitometry"[All Fields] OR "x ray photodensitometry"[All Fields] OR "x ray photodensitometry"[All Fields] OR "Xray Densitometry"[All Fields] OR "single photon absorptiometry"[All Fields] OR "single photon absorptiometry"[All Fields] OR "dual energy x ray absorptiometry scan"[All Fields] OR "dual energy x ray absorptiometry scan"[All Fields] OR "DXA Scan"[All Fields] OR "DXA Scans"[All Fields] OR "DEXA Scan"[All Fields] OR "DEXA Scans"[All Fields] OR "dual photon absorptiometry"[All Fields] OR "dual photon absorptiometry"[All Fields] OR "dual energy radiographic absorptiometry"[All Fields] OR "dual energy radiographic absorptiometry"[All Fields] OR "x ray absorptiometry"[All Fields] OR "x ray absorptiometry"[All Fields] OR "dual energy x ray absorptiometry"[All Fields] OR "dual energy x ray absorptiometry"[All Fields] OR "dual x ray absorptiometry"[All Fields] OR "dual x ray absorptiometry"[All Fields] OR "Expert Testimony"[MeSH Terms] OR "Expert Testimony"[All Fields] OR "Expert Testimonies"[All Fields] OR "Expert Witness"[All Fields] OR "Expert Witnesses"[All Fields] OR "Expert Opinion"[All Fields] OR "Expert Opinions"[All Fields])) AND ("radiography, panoramic"[MeSH Terms] OR "Panoramic Radiography"[All Fields] OR "Panoramic Radiographies"[All Fields] OR "Pantomography"[All Fields] OR "Pantomographies"[All Fields] OR "Orthopantomography"[All Fields] OR "Orthopantomographies"[All Fields] OR "radiography, dental"[MeSH Terms] OR "Dental Radiography"[All Fields] OR "dental radiograph"[All Fields] OR "radiography, dental, digital"[MeSH Terms] OR "Dental Digital Radiography"[All Fields] OR "digital radiography dental"[All Fields] OR "Scanora"[All Fields] OR "Dental Radiovisiography"[All Fields] OR "Visualix"[All Fields] OR "Digora"[All Fields] OR "sens a ray"[All Fields] OR "sens a ray"[All Fields] OR "SensARay"[All Fields] OR "cone beam computed tomography"[MeSH Terms] OR "cone beam computed tomography"[All Fields] OR "Cone-Beam CT Scan"[All Fields] OR "Cone-Beam CT Scans"[All Fields] OR "Volume Computed Tomography"[All Fields] OR "Volumetric CT"[All Fields] OR "Volumetric Computed Tomography"[All Fields] OR "Cone-Beam CAT Scan"[All Fields] OR "Cone-Beam CAT Scans"[All Fields] OR "cone beam computerized tomography"[All Fields] OR "cone beam computerized tomography"[All Fields] OR "cone beam ct"[All Fields] OR "cone beam ct"[All Fields] OR "Volume CT"[All Fields] OR "dental imaging"[All Fields] OR ("Maxilla"[MeSH Terms] OR "Maxilla"[All Fields] OR "Maxillas"[All Fields] OR "Maxillary Bone"[All Fields] OR "Maxillary Bones"[All Fields] OR "Maxillae"[All Fields] OR "Mandible"[MeSH Terms] OR "Mandible"[All Fields] OR "Mandibles"[All Fields] OR "Mylohyoid Ridge"[All Fields] OR "Mylohyoid Ridges"[All Fields] OR "Mylohyoid Groove"[All Fields] OR</p>	
--	--	--

	<p>"Mylohyoid Grooves"[All Fields] OR "maxillomandibular"[All Fields] OR "alveolar"[All Fields] OR "Dental Arch"[MeSH Terms] OR "Dental Arch"[All Fields] OR "Dental Arches"[All Fields] OR "palate, hard"[MeSH Terms] OR "Hard Palate"[All Fields] OR "Hard Palates"[All Fields] OR "Palatine Bone"[All Fields] OR "dental"[All Fields] OR "Tooth"[MeSH Terms] OR "Tooth"[All Fields] OR "Teeth"[All Fields]) AND ("imaging"[All Fields] OR "image"[All Fields] OR "imaged"[All Fields] OR "images"[All Fields] OR "imagings"[All Fields]))</p>	
Embase	<p>('ensemble learning'/de OR 'ensemble learning' OR 'random forests'/de OR 'random forests' OR 'ensemble methods' OR kernel OR 'gaussian process'/de OR 'gaussian process' OR 'logical learning' OR 'relational learning' OR 'inductive logic'/de OR 'inductive logic' OR 'statistical relational' OR 'probabilistic graphical model' OR 'maximum entropy'/de OR 'maximum entropy' OR 'maximum a posteriori'/de OR 'maximum a posteriori' OR 'mixture model'/de OR 'mixture model' OR 'bayesian network'/de OR 'bayesian network' OR 'perceptron algorithm' OR factorization OR 'latent dirichlet allocation'/de OR 'latent dirichlet allocation' OR 'rule learning' OR 'instance-based' OR 'stochastic game' OR 'deep belief network'/de OR 'deep belief network' OR 'bio-inspired approach' OR 'evolvable hardware' OR 'artificial intelligence'/de OR 'artificial intelligence' OR 'computational intelligence'/de OR 'computational intelligence' OR 'machine intelligence'/de OR 'machine intelligence' OR 'computer reasoning'/de OR 'computer reasoning' OR 'ai' OR 'computer vision systems' OR 'computer vision system' OR 'knowledge acquisition'/de OR 'knowledge acquisition' OR 'knowledge representation computer' OR 'knowledge representation' OR 'knowledge representations' OR 'computer heuristics'/de OR 'computer heuristics' OR 'expert systems'/de OR 'expert systems' OR 'expert system'/de OR 'expert system' OR 'fuzzy logic'/de OR 'fuzzy logic' OR 'knowledge bases'/de OR 'knowledge bases' OR 'knowledge base'/de OR 'knowledge base' OR 'knowledgebases' OR 'knowledgebase' OR 'machine learning'/de OR 'machine learning' OR 'transfer learning'/de OR 'transfer learning' OR 'deep learning'/de OR 'deep learning' OR 'supervised machine learning'/de OR 'supervised machine learning' OR 'semi supervised learning'/de OR 'semi supervised learning' OR 'learning from labeled data' OR 'support vector machine'/de OR 'support vector machine' OR 'support vector machines'/de OR 'support vector machines' OR 'support vector network'/de OR 'support vector network' OR 'support vector networks' OR 'unsupervised machine learning'/de OR 'unsupervised machine learning' OR 'natural language processing'/de OR 'natural language processing' OR 'computer neural network'/de OR 'computer neural network' OR 'computer neural networks'/de OR 'computer neural networks' OR 'neural network model'/de OR 'neural network model' OR 'neural network models' OR 'computational neural networks' OR 'computational neural network'/de OR 'computational neural network' OR 'perceptrons'/de OR perceptrons OR 'perceptron'/de OR perceptron OR 'connectionist models' OR 'connectionist model'/de OR 'connectionist model' OR 'neural networks computer'/de OR 'neural networks computer' OR 'neural network computer'/de OR 'neural network computer' OR 'hierarchical learning'/de OR 'hierarchical learning' OR 'robotics'/de OR robotics OR 'remote operations robotics' OR 'remote operation robotics' OR telerobotics OR 'soft robotics' OR 'soft robotic' OR 'likelihood functions'/de OR 'likelihood functions' OR 'likelihood function' OR 'maximum likelihood estimates' OR 'maximum likelihood estimate'/de OR 'maximum likelihood estimate' OR 'likelihood ratio test'/de OR 'likelihood ratio test' OR 'latent class analysis'/de OR 'latent class analysis' OR 'latent class analyses' OR 'latent variable modeling' OR 'latent variable modelings' OR 'structural equation modeling'/de OR 'structural equation modeling' OR 'structural equation modelings' OR 'probabilistic latent semantic analysis' OR 'latent class model'/de OR 'latent class model' OR 'latent class models' OR 'linear models'/de OR 'linear models' OR 'linear model'/de OR 'linear model' OR 'log linear models' OR 'log linear model'/de OR 'log linear model' OR 'linear regression'/de OR 'linear regression' OR 'linear regressions' OR 'factor analyses' OR 'factor analysis'/de OR 'factor analysis' OR 'principal component analysis'/de OR 'principal component analysis' OR 'principal component analyses' OR 'markov chains'/de OR 'markov chains' OR markov OR 'markov process'/de OR 'markov process' OR 'markov processes' OR 'markov chain'/de OR 'markov chain' OR 'computer assisted decision making' OR 'computer assisted diagnosis'/de OR 'computer assisted diagnosis' OR 'computer</p>	199

	<p>assisted diagnoses' OR 'computer assisted therapy'/de OR 'computer assisted therapy' OR 'computer assisted therapies' OR 'nomograms'/de OR nomograms OR 'nomogram'/de OR nomogram OR 'partin tables' OR 'partin table'/de OR 'partin table' OR 'bioinformatics'/de OR bioinformatics OR 'web-based system') AND ('osteoporosis'/de OR osteoporosis OR osteoporoses OR 'post-traumatic osteoporosis' OR 'senile osteoporosis'/de OR 'senile osteoporosis' OR 'age-related bone loss' OR 'age-related bone losses' OR 'age-related osteoporosis'/de OR 'age-related osteoporosis' OR 'age related osteoporosis'/de OR 'age related osteoporosis' OR 'age-related osteoporoses' OR 'perimenopausal bone loss' OR 'post-menopausal osteoporosis'/de OR 'post-menopausal osteoporosis' OR 'postmenopausal osteoporosis'/de OR 'postmenopausal osteoporosis' OR 'postmenopausal osteoporoses' OR 'postmenopausal bone loss'/de OR 'postmenopausal bone loss' OR (('bone density'/de OR 'bone density') AND ('loss'/de OR loss OR losses)) OR 'photon absorptiometry'/de OR 'photon absorptiometry' OR 'x-ray densitometry'/de OR 'x-ray densitometry' OR 'x-ray photodensitometry' OR 'x ray photodensitometry' OR 'xray densitometry' OR 'single-photon absorptiometry' OR 'single photon absorptiometry'/de OR 'single photon absorptiometry' OR 'dual-energy x-ray absorptiometry scan' OR 'dual energy x ray absorptiometry scan' OR 'dxa scan' OR 'dxa scans' OR 'dexa scan' OR 'dexa scans' OR 'dual-photon absorptiometry' OR 'dual photon absorptiometry'/de OR 'dual photon absorptiometry' OR 'dual-energy radiographic absorptiometry' OR 'dual energy radiographic absorptiometry' OR 'x-ray absorptiometry'/de OR 'x-ray absorptiometry' OR 'x ray absorptiometry'/de OR 'x ray absorptiometry' OR 'dual-energy x-ray absorptiometry'/de OR 'dual-energy x-ray absorptiometry' OR 'dual energy x ray absorptiometry'/de OR 'dual energy x ray absorptiometry' OR 'dual x-ray absorptiometry'/de OR 'dual x-ray absorptiometry' OR 'dual x ray absorptiometry'/de OR 'dual x ray absorptiometry' OR 'expert testimony'/de OR 'expert testimony' OR 'expert testimonies' OR 'expert witness'/de OR 'expert witness' OR 'expert witnesses' OR 'expert opinion'/de OR 'expert opinion' OR 'expert opinions' OR 'post-traumatic osteoporoses' OR 'senile osteoporoses' OR 'postmenopausal bone losses' OR 'post-menopausal osteoporoses' OR 'perimenopausal bone losses' OR 'dpx absorptiometry') AND ('panoramic radiography'/de OR 'panoramic radiography' OR 'panoramic radiographies' OR 'pantomography'/de OR pantomography OR pantomographies OR 'orthopantomography'/de OR orthopantomography OR orthopantomographies OR 'dental radiography'/de OR 'dental radiography' OR 'dental radiograph' OR 'dental digital radiography' OR scanora OR 'dental radiovisiography'/de OR 'dental radiovisiography' OR visualix OR 'digora'/de OR digora OR 'sens-a-ray' OR 'sens a ray' OR sensaray OR 'cone beam computed tomography'/de OR 'cone beam computed tomography' OR 'cone-beam ct scan' OR 'cone-beam ct scans' OR 'volume computed tomography'/de OR 'volume computed tomography' OR 'volumetric ct'/de OR 'volumetric ct' OR 'volumetric computed tomography'/de OR 'volumetric computed tomography' OR 'cone-beam cat scan' OR 'cone-beam cat scans' OR 'cone-beam computerized tomography'/de OR 'cone-beam computerized tomography' OR 'cone beam computerized tomography'/de OR 'cone beam computerized tomography' OR 'cone-beam ct'/de OR 'cone-beam ct' OR 'cone beam ct'/de OR 'cone beam ct' OR 'volume ct'/de OR 'volume ct' OR 'dental imaging' OR (('maxilla'/de OR maxilla OR maxillas OR 'maxillary bone' OR 'maxillary bones' OR maxillae OR 'mandible'/de OR mandible OR mandibles OR 'mylohyoid ridge' OR 'mylohyoid ridges' OR 'mylohyoid groove' OR 'mylohyoid grooves' OR maxillomandibular OR alveolar OR 'dental arch'/de OR 'dental arch' OR 'dental arches' OR 'hard palate'/de OR 'hard palate' OR 'hard palates' OR 'palatine bone' OR 'dental'/de OR dental OR 'tooth'/de OR tooth OR 'teeth'/de OR teeth) AND ('imaging'/de OR imaging OR 'image'/de OR image OR imaged OR images OR imagings)))</p>	
Scopus	TITLE-ABS-KEY("Ensemble Learning" OR "random forests" OR "ensemble methods" OR Kernel OR "Gaussian process" OR "Logical learning" OR "relational learning" OR "Inductive logic" OR "Statistical relational" OR "probabilistic graphical model" OR "Maximum entropy" OR "Maximum a posteriori" OR "Mixture model" OR "Bayesian network" OR "Perceptron algorithm" OR Factorization OR "Latent Dirichlet allocation" OR "Rule learning" OR "Instance-based" OR "Stochastic game" OR "Deep	184

	<p>belief network" OR "Bio-inspired approach" OR "Evolvable hardware" OR "Artificial Intelligence" OR "Computational Intelligence" OR "Machine Intelligence" OR "Computer Reasoning" OR "AI" OR "Computer Vision Systems" OR "Computer Vision System" OR "Knowledge Acquisition" OR "knowledge representation computer" OR "Knowledge Representation" OR "Knowledge Representations" OR "Computer Heuristics" OR "Expert Systems" OR "Expert System" OR "Fuzzy Logic" OR "Knowledge Bases" OR "Knowledge Base" OR "Knowledgebases" OR "Knowledgebase" OR "Machine Learning" OR "Transfer Learning" OR "Deep Learning" OR "Hierarchical Learning" OR "Supervised Machine Learning" OR "Semi supervised Learning" OR "Learning from Labeled Data" OR "Support Vector Machine" OR "Support Vector Machines" OR "Support Vector Network" OR "Support Vector Networks" OR "Unsupervised Machine Learning" OR "Natural Language Processing" OR "Computer Neural Network" OR "Computer Neural Networks" OR "Neural Network Model" OR "Neural Network Models" OR "Computational Neural Networks" OR "Computational Neural Network" OR Perceptrons OR Perceptron OR "Connectionist Models" OR "Connectionist Model" OR "neural networks computer" OR "neural network computer" OR "Hierarchical Learning" OR Robotics OR "remote operations robotics" OR "remote operation robotics" OR Telerobotics OR "Soft Robotics" OR "Soft Robotic" OR "Likelihood Functions" OR "Likelihood Function" OR "Maximum Likelihood Estimates" OR "Maximum Likelihood Estimate" OR "Likelihood Ratio Test" OR "Latent Class Analysis" OR "Latent Class Analyses" OR "Latent Variable Modeling" OR "Latent Variable Modelings" OR "Structural Equation Modeling" OR "Structural Equation Modelings" OR "Probabilistic Latent Semantic Analysis" OR "Latent Class Model" OR "Latent Class Models" OR "Linear Models" OR "Linear Model" OR "Log Linear Models" OR "Log Linear Model" OR "Linear Regression" OR "Linear Regressions" OR "Factor Analyses" OR "Factor Analysis" OR "Principal Component Analysis" OR "Principal Component Analyses" OR "Markov Chains" OR Markov OR "Markov Process" OR "Markov Processes" OR "Markov Chain" OR "Computer Assisted Decision Making" OR "Computer Assisted Diagnosis" OR "Computer Assisted Diagnoses" OR "Computer Assisted Therapy" OR "Computer Assisted Therapies" OR Nomograms OR Nomogram OR "Partin Tables" OR "Partin Table" OR Bioinformatics OR "Web-Based system") AND TITLE-ABS-KEY(Osteoporosis OR Osteoporoses OR "Post-Traumatic Osteoporosis" OR "Senile Osteoporosis" OR "Age-Related Bone Loss" OR "Age-Related Bone Losses" OR "Age-Related Osteoporosis" OR "Age Related Osteoporosis" OR "Age-Related Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Loss" OR "Post-Menopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Loss" OR ("bone density" AND (loss OR Losses)) OR "Photon Absorptiometry" OR "X-Ray Densitometry" OR "X-Ray Photodensitometry" OR "X Ray Photodensitometry" OR "Xray Densitometry" OR "Single-Photon Absorptiometry" OR "Single Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry Scan" OR "DXA Scan" OR "DXA Scans" OR "DEXA Scan" OR "DEXA Scans" OR "Dual-Photon Absorptiometry" OR "Dual Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy Radiographic Absorptiometry" OR "Dual Energy Radiographic Absorptiometry" OR "X-Ray Absorptiometry" OR "X Ray Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry" OR "Dual X-Ray Absorptiometry" OR "Dual X Ray Absorptiometry" OR "Expert Testimony" OR "Expert Testimonies" OR "Expert Witness" OR "Expert Witnesses" OR "Expert Opinion" OR "Expert Opinions" OR "Post-Traumatic Osteoporoses" OR "Senile Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Losses" OR "Post-Menopausal Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Losses" OR "DPX Absorptiometry") AND TITLE-ABS-KEY("Panoramic Radiography" OR "Panoramic Radiographies" OR Pantomography OR Pantomographies OR Orthopantomography OR Orthopantomographies OR "Dental Radiography" OR "dental radiograph" OR "Dental Digital Radiography" OR Scanora OR "Dental Radiovisiography" OR Visualix OR Digora OR "Sens-A-Ray" OR "Sens A Ray" OR SensARay OR "Cone Beam Computed Tomography" OR "Cone-Beam CT Scan" OR "Cone-Beam CT Scans" OR "Volume Computed Tomography" OR "Volumetric CT" OR "Volumetric Computed Tomography" OR "Cone-Beam CAT Scan" OR "Cone-Beam CAT Scans" OR "Cone-Beam Computerized Tomography"</p>	
--	---	--

	OR "Cone Beam Computerized Tomography" OR "Cone-Beam CT" OR "Cone Beam CT" OR "Volume CT" OR "dental imaging" OR ((Maxilla OR Maxillas OR "Maxillary Bone" OR "Maxillary Bones" OR Maxillae OR Mandible OR Mandibles OR "Mylohyoid Ridge" OR "Mylohyoid Ridges" OR "Mylohyoid Groove" OR "Mylohyoid Grooves" OR maxillomandibular OR alveolar OR "Dental Arch" OR "Dental Arches" OR "Hard Palate" OR "Hard Palates" OR "Palatine Bone" OR dental OR Tooth OR Teeth) AND (imaging OR image OR imaged OR images OR imagings)))	
Web of Science	TS=("Ensemble Learning" OR "random forests" OR "ensemble methods" OR Kernel OR "Gaussian process" OR "Logical learning" OR "relational learning" OR "Inductive logic" OR "Statistical relational" OR "probabilistic graphical model" OR "Maximum entropy" OR "Maximum a posteriori" OR "Mixture model" OR "Bayesian network" OR "Perceptron algorithm" OR Factorization OR "Latent Dirichlet allocation" OR "Rule learning" OR "Instance-based" OR "Stochastic game" OR "Deep belief network" OR "Bio-inspired approach" OR "Evolvable hardware" OR "Artificial Intelligence" OR "Computational Intelligence" OR "Machine Intelligence" OR "Computer Reasoning" OR "AI" OR "Computer Vision Systems" OR "Computer Vision System" OR "Knowledge Acquisition" OR "knowledge representation computer" OR "Knowledge Representation" OR "Knowledge Representations" OR "Computer Heuristics" OR "Expert Systems" OR "Expert System" OR "Fuzzy Logic" OR "Knowledge Bases" OR "Knowledge Base" OR "Knowledgebases" OR "Knowledgebase" OR "Machine Learning" OR "Transfer Learning" OR "Deep Learning" OR "Hierarchical Learning" OR "Supervised Machine Learning" OR "Semi supervised Learning" OR "Learning from Labeled Data" OR "Support Vector Machine" OR "Support Vector Machines" OR "Support Vector Network" OR "Support Vector Networks" OR "Unsupervised Machine Learning" OR "Natural Language Processing" OR "Computer Neural Network" OR "Computer Neural Networks" OR "Neural Network Model" OR "Neural Network Models" OR "Computational Neural Networks" OR "Computational Neural Network" OR Perceptrons OR Perceptron OR "Connectionist Models" OR "Connectionist Model" OR "neural networks computer" OR "neural network computer" OR "Hierarchical Learning" OR Robotics OR "remote operations robotics" OR "remote operation robotics" OR Telerobotics OR "Soft Robotics" OR "Soft Robotic" OR "Likelihood Functions" OR "Likelihood Function" OR "Maximum Likelihood Estimates" OR "Maximum Likelihood Estimate" OR "Likelihood Ratio Test" OR "Latent Class Analysis" OR "Latent Class Analyses" OR "Latent Variable Modeling" OR "Latent Variable Modelings" OR "Structural Equation Modeling" OR "Structural Equation Modelings" OR "Probabilistic Latent Semantic Analysis" OR "Latent Class Model" OR "Latent Class Models" OR "Linear Models" OR "Linear Model" OR "Log Linear Models" OR "Log Linear Model" OR "Linear Regression" OR "Linear Regressions" OR "Factor Analyses" OR "Factor Analysis" OR "Principal Component Analysis" OR "Principal Component Analyses" OR "Markov Chains" OR Markov OR "Markov Process" OR "Markov Processes" OR "Markov Chain" OR "Computer Assisted Decision Making" OR "Computer Assisted Diagnosis" OR "Computer Assisted Diagnoses" OR "Computer Assisted Therapy" OR "Computer Assisted Therapies" OR Nomograms OR Nomogram OR "Partin Tables" OR "Partin Table" OR Bioinformatics OR "Web-Based system") AND TS=(Osteoporosis OR Osteoporoses OR "Post-Traumatic Osteoporosis" OR "Senile Osteoporosis" OR "Age-Related Bone Loss" OR "Age-Related Bone Losses" OR "Age-Related Osteoporosis" OR "Age Related Osteoporosis" OR "Age-Related Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Loss" OR "Post-Menopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Loss" OR ("bone density" AND (loss OR Losses)) OR "Photon Absorptiometry" OR "X-Ray Densitometry" OR "X-Ray Photodensitometry" OR "X Ray Photodensitometry" OR "Xray Densitometry" OR "Single-Photon Absorptiometry" OR "Single Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry Scan" OR "DXA Scan" OR "DXA Scans" OR "DEXA Scan" OR "DEXA Scans" OR "Dual-Photon Absorptiometry" OR "Dual Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy Radiographic Absorptiometry" OR "Dual Energy Radiographic Absorptiometry" OR "X-Ray Absorptiometry" OR "X Ray Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry" OR "Dual X-Ray	69

	<p>Absorptiometry" OR "Dual X Ray Absorptiometry" OR "Expert Testimony" OR "Expert Testimonies" OR "Expert Witness" OR "Expert Witnesses" OR "Expert Opinion" OR "Expert Opinions" OR "Post-Traumatic Osteoporoses" OR "Senile Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Losses" OR "Post-Menopausal Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Losses" OR "DPX Absorptiometry") AND TS=("Panoramic Radiography" OR "Panoramic Radiographies" OR Pantomography OR Pantomographies OR Orthopantomography OR Orthopantomographies OR "Dental Radiography" OR "dental radiograph" OR "Dental Digital Radiography" OR Scanora OR "Dental Radiovisiography" OR Visualix OR Digora OR "Sens-A-Ray" OR "Sens A Ray" OR SensARay OR "Cone Beam Computed Tomography" OR "Cone-Beam CT Scan" OR "Cone-Beam CT Scans" OR "Volume Computed Tomography" OR "Volumetric CT" OR "Volumetric Computed Tomography" OR "Cone-Beam CAT Scan" OR "Cone-Beam CAT Scans" OR "Cone-Beam Computerized Tomography" OR "Cone Beam Computerized Tomography" OR "Cone-Beam CT" OR "Cone Beam CT" OR "Volume CT" OR "dental imaging" OR ((Maxilla OR Maxillas OR "Maxillary Bone" OR "Maxillary Bones" OR Maxillae OR Mandible OR Mandibles OR "Mylohyoid Ridge" OR "Mylohyoid Ridges" OR "Mylohyoid Groove" OR "Mylohyoid Grooves" OR maxillomandibular OR alveolar OR "Dental Arch" OR "Dental Arches" OR "Hard Palate" OR "Hard Palates" OR "Palatine Bone" OR dental OR Tooth OR Teeth) AND (imaging OR image OR imaged OR images OR imagings)))</p>	
LILACS	<p>("Ensemble Learning" OR "random forests" OR "ensemble methods" OR kernel OR "Gaussian process" OR "Logical learning" OR "relational learning" OR "Inductive logic" OR "Statistical relational" OR "probabilistic graphical model" OR "Maximum entropy" OR "Maximum a posteriori" OR "Mixture model" OR "Bayesian network" OR "Perceptron algorithm" OR factorization OR "Latent Dirichlet allocation" OR "Rule learning" OR "Instance-based" OR "Stochastic game" OR "Deep belief network" OR "Bio-inspired approach" OR "Evolvable hardware" OR "Artificial Intelligence" OR "Computational Intelligence" OR "Machine Intelligence" OR "Computer Reasoning" OR "AI" OR "Computer Vision Systems" OR "Computer Vision System" OR "Knowledge Acquisition" OR "knowledge representation computer" OR "Knowledge Representation" OR "Knowledge Representations" OR "Computer Heuristics" OR "Expert Systems" OR "Expert System" OR "Fuzzy Logic" OR "Knowledge Bases" OR "Knowledge Base" OR "Knowledgebases" OR "Knowledgebase" OR "Machine Learning" OR "Transfer Learning" OR "Deep Learning" OR "Hierarchical Learning" OR "Supervised Machine Learning" OR "Semi supervised Learning" OR "Learning from Labeled Data" OR "Support Vector Machine" OR "Support Vector Machines" OR "Support Vector Network" OR "Support Vector Networks" OR "Unsupervised Machine Learning" OR "Natural Language Processing" OR "Computer Neural Network" OR "Computer Neural Networks" OR "Neural Network Model" OR "Neural Network Models" OR "Computational Neural Networks" OR "Computational Neural Network" OR perceptrons OR perceptron OR "Connectionist Models" OR "Connectionist Model" OR "neural networks computer" OR "neural network computer" OR "Hierarchical Learning" OR robotics OR "remote operations robotics" OR "remote operation robotics" OR telerobotics OR "Soft Robotics" OR "Soft Robotic" OR "Likelihood Functions" OR "Likelihood Function" OR "Maximum Likelihood Estimates" OR "Maximum Likelihood Estimate" OR "Likelihood Ratio Test" OR "Latent Class Analysis" OR "Latent Class Analyses" OR "Latent Variable Modeling" OR "Latent Variable Modelings" OR "Structural Equation Modeling" OR "Structural Equation Modelings" OR "Probabilistic Latent Semantic Analysis" OR "Latent Class Model" OR "Latent Class Models" OR "Linear Models" OR "Linear Model" OR "Log Linear Models" OR "Log Linear Model" OR "Linear Regression" OR "Linear Regressions" OR "Factor Analyses" OR "Factor Analysis" OR "Principal Component Analysis" OR "Principal Component Analyses" OR "Markov Chains" OR markov OR "Markov Process" OR "Markov Processes" OR "Markov Chain" OR "Computer Assisted Decision Making" OR "Computer Assisted Diagnosis" OR "Computer Assisted Diagnoses" OR "Computer Assisted Therapy" OR "Computer Assisted Therapies" OR nomograms OR nomogram OR "Partin Tables" OR "Partin Table" OR bioinformatics OR "Web-Based system" OR "Inteligencia Artificial" OR "Aquisição de Conhecimento" OR "IA" OR "Inteligencia de Máquina" OR "Raciocínio Automático" OR "Raciocínio Computacional" OR "Representação de Conhecimento" OR</p>	06

	<p>"Sistemas de Visão Artificial" OR "Sistemas de Visão Computacional" OR "Adquisición de Conocimientos" OR "Razonamiento Automático" OR "Razonamiento Computacional" OR "Representación del Conocimiento" OR "Sistemas de Visión Artificial" OR "Sistemas de Visión Computacional" OR "Sistemas de Visión por Computador" OR "Sistemas de Visión por Computadora" OR "Sistemas de Visión por Ordenador" OR "Heurística Computacional" OR "Sistemas Especialistas" OR "Lógica Fuzzy" OR "Lógica Difusa" OR "Lógica Relativa" OR "Bases de Conhecimento" OR "Bases del Conocimiento" OR "Aprendizado de Máquina" OR "Aprendizado Automático" OR "Aprendizado de Transferência" OR "Aprendizagem Automática" OR "Aprendizagem de Máquina" OR "Aprendizagem de Transferência" OR "Aprendizaje Automático" OR "Aprendizaje por Transferencia" OR "Aprendizado Profundo" OR "Aprendizado Estruturado Profundo" OR "Aprendizado Hierárquico" OR "Aprendizaje Profundo" OR "Aprendizaje Jerarquizado" OR "Aprendizado Indutivo de Máquina" OR "Aprendizado Semi-Supervisionado" OR "Aprendizado Supervisionado de Máquina" OR "Aprendizado com Dados Rotulados" OR "Aprendizagem Semi-Supervisionada" OR "Aprendizagem Supervisionada de Máquina" OR "Aprendizaje Semisupervisado" OR "Aprendizaje de Máquina" OR "Aprendizaje por Datos Etiquetados" OR "Máquina de Vetores de Soporte" OR "Máquinas de Vetores-Suporte" OR "Rede de Vetores-Suporte" OR "Máquina de Vectores de Soporte" OR "Red de Vectores de Soporte" OR "Processamento de Linguagem Natural" OR "Procesamiento de Lenguaje Natural" OR "Redes Neurais de Computação" OR "Modelos Conexionistas" OR "Rede Neural" OR "Redes Neurais" OR "Redes Neurales de la Computación" OR "Modelos de Conexión" OR "Redes Neuronales" OR "Redes Neurales" OR perceptrones OR robótica OR "Tele-Robótica" OR telerrobótica OR telerobótica OR "Funções Verossimilhança" OR "Estimativa de Máxima Verossimilhança" OR "Teste de Razão de Verossimilhança" OR "Funciones de Verosimilitud" OR "Estimación de Máxima Verosimilitud" OR "Prueba de Índice de Probabilidad" OR "Análise de Classes Latentes" OR "Análise Probabilística de Semântica Latente" OR "Análise Semântica Latente Probabilística" OR "Análise Semântica Probabilística Latente" OR "Indexação Probabilística de Semântica Latente" OR "Modelagem de Equação Estrutural" OR "Modelagem de Equações Estruturais" OR "Modelagem de Variáveis Latentes" OR "Modelo de Classes Latentes" OR "Modelo de Equação Estrutural" OR "Modelo de Variáveis Latentes" OR "Análisis de Clases Latentes" OR "Análisis Semántico Latente Probabilístico" OR "Análisis Semántico Probabilístico Latente" OR "Modelado de Ecuaciones Estructurales" OR "Modelado de Variable Latente" OR "Modelo de Clase Latente" OR "Modelos de Ecuaciones Estructurales" OR "Modelos Lineares" OR "Modelos Log-Lineares" OR "Regressão Linear" OR "Modelos Lineales" OR "Modelos Loglineales" OR "Modelos de Registro Lineal" OR "Regresión Lineal" OR "Análise de Componente Principal" OR "Análise do Componente Principal" OR "Análisis de Componente Principal" OR "Tomada de Decisões Assistida por Computador" OR "Tomada de Decisão Assistida por Computador" OR "Tomada de Decisão Médica Assistida por Computador" OR "Tomada de Decisões Médicas Assistida por Computador" OR "Toma de Decisiones Asistida por Computador" OR "Toma de Decisiones Asistida por Computadora" OR "Toma de Decisiones Asistida por Ordenador" OR "Toma de Decisiones Computarizada" OR "Toma de Decisiones Médicas Asistida por Computador" OR "Toma de Decisiones Médicas Asistida por Computadora" OR "Toma de Decisiones Médicas Asistida por Ordenador" OR "Diagnóstico por Computador" OR "Terapia Assistida por Computador" OR "Terapia Dirigida Assistida por Computador" OR "Terapia Asistida por Computador" OR "Terapia Dirigida Asistida por Computador" OR "Terapia Dirigida Asistida por Computadora" OR "Terapia Dirigida Asistida por Ordenador" OR "Terapia Asistida por Computadora" OR "Terapia Asistida por Ordenador" OR nomogramas) AND (osteoporosis OR osteoporoses OR "Post-Traumatic Osteoporosis" OR "Senile Osteoporosis" OR "Age-Related Bone Loss" OR "Age-Related Bone Losses" OR "Age-Related Osteoporosis" OR "Age Related Osteoporosis" OR "Age-Related Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Loss" OR "Post-Menopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Loss" OR ("bone density" AND (loss OR losses)) OR "Photon Absorptiometry" OR "X-Ray Densitometry" OR "X-Ray</p>	
--	---	--

	<p>Photodensitometry" OR "X Ray Photodensitometry" OR "Xray Densitometry" OR "Single-Photon Absorptiometry" OR "Single Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry Scan" OR "DXA Scan" OR "DXA Scans" OR "DEXA Scan" OR "DEXA Scans" OR "Dual-Photon Absorptiometry" OR "Dual Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy Radiographic Absorptiometry" OR "Dual Energy Radiographic Absorptiometry" OR "X-Ray Absorptiometry" OR "X Ray Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry" OR "Dual X-Ray Absorptiometry" OR "Dual X Ray Absorptiometry" OR "Expert Testimony" OR "Expert Testimonies" OR "Expert Witness" OR "Expert Witnesses" OR "Expert Opinion" OR "Expert Opinions" OR "Post-Traumatic Osteoporoses" OR "Senile Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Losses" OR "Post-Menopausal Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Losses" OR "DPX Absorptiometry" OR osteoporose OR "Perda Óssea Relacionada à Idade" OR "Pérdida Ósea Relacionada con la Edad" OR "Osteoporose Pós-Menopausa" OR "Perda Óssea Perimenopausa" OR "Perda Óssea Pós-Menopausa" OR "Osteoporosis Posmenopáusica" OR "Osteoporosis Postmenopáusica" OR "Pérdida Ósea Perimenopáusica" OR "Pérdida Ósea Posmenopáusica" OR ("Densidade Óssea" OR "Conteúdo Mineral Ósseo" OR "Densidade Mineral Óssea" OR "Densidad Ósea" OR "Contenido Mineral Óseo" OR "Densidad Mineral Ósea" OR "Densidad Ósea" OR "contenido mineral óseo" OR "densidad mineral ósea") AND (perda OR perdadas)) OR "Absorciometria de Fóton" OR "Absorciometria de Feixe Único de Energia" OR "Absorciometria de Fóton Duplo" OR "Absorciometria de Fóton Único" OR "Absorciometria de Fótons" OR "Absorciometria de Raios X" OR "Absorciometria por Raios X" OR "Fotodensitometria de Raios X" OR "Fotodensitometria por Raios X" OR "Fóton-Absorciometria" OR "Absorciometría de Fotón" OR "Absorciometría de Fotones" OR "Absorciometría de Fotón Dual" OR "Absorciometría de Fotón Simple" OR "Absorciometría de Rayos X" OR "Absorciometría por Rayos X" OR "Fotodensitometría de Rayos X" OR "Prova Pericial" OR "Aconselhamento de Especialista" OR "Depoimento de Perito" OR "Laudo Pericial" OR "Laudo de Especialista" OR "Laudo de Perito" OR "Opinião de Perito" OR "Parecer de Especialista" OR "Testemunho de Especialista" OR "Testemunho de Perito" OR "Testimonio de Experto" OR "Demostración de Experto" OR "Opinion de Experto") AND ("Panoramic Radiography" OR "Panoramic Radiographies" OR pantomography OR pantomographies OR orthopantomography OR orthopantomographies OR "Dental Radiography" OR "dental radiograph" OR "Dental Digital Radiography" OR scanora OR "Dental Radiovisiography" OR visualix OR digora OR "Sens-A-Ray" OR "Sens A Ray" OR sensaray OR "Cone Beam Computed Tomography" OR "Cone-Beam CT Scan" OR "Cone-Beam CT Scans" OR "Volume Computed Tomography" OR "Volumetric CT" OR "Volumetric Computed Tomography" OR "Cone-Beam CAT Scan" OR "Cone-Beam CAT Scans" OR "Cone-Beam Computerized Tomography" OR "Cone Beam Computerized Tomography" OR "Cone-Beam CT" OR "Cone Beam CT" OR "Volume CT" OR "dental imaging" OR ((maxilla OR maxillas OR "Maxillary Bone" OR "Maxillary Bones" OR maxillae OR mandible OR mandibles OR "Mylohyoid Ridge" OR "Mylohyoid Ridges" OR "Mylohyoid Groove" OR "Mylohyoid Grooves" OR maxillomandibular OR alveolar OR "Dental Arch" OR "Dental Arches" OR "Hard Palate" OR "Hard Palates" OR "Palatine Bone" OR dental OR tooth OR teeth) AND (imaging OR image OR imaged OR images OR imagings)) OR "Radiografia Panoramica" OR ortopantomografia OR pantomografia OR "Radiografia Dentária" OR "Radiografía Dental" OR "Radiografia Dentária Digital" OR "Radiografia Dentária Digital Direta" OR "Radiografia Digital Dentária" OR "Radiografía Dental Digital" OR "Radiografía Dental Digital Directa" OR "Radiografía Digital Dental" OR "Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico" OR "Tomografia Computadorizada Volumétrica" OR "TAC Volumétrica" OR "TAC Volumétrico" OR "TAC de Feixe Cônico" OR "TC Volumétrica" OR "TC Volumétrico" OR "TC de Feixe Cônico" OR "Tomografía Computarizada de Haz Cónico" OR "TAC de Haz Cónico" OR "TC de Haz Cónico") AND (db:("LILACS"))</p>	
--	---	--

Computers and Applied Sciences Complete (EBSCO)	<p>("Ensemble Learning" OR "random forests" OR "ensemble methods" OR Kernel OR "Gaussian process" OR "Logical learning" OR "relational learning" OR "Inductive logic" OR "Statistical relational" OR "probabilistic graphical model" OR "Maximum entropy" OR "Maximum a posteriori" OR "Mixture model" OR "Bayesian network" OR "Perceptron algorithm" OR Factorization OR "Latent Dirichlet allocation" OR "Rule learning" OR "Instance-based" OR "Stochastic game" OR "Deep belief network" OR "Bio-inspired approach" OR "Evolvable hardware" OR "Artificial Intelligence" OR "Computational Intelligence" OR "Machine Intelligence" OR "Computer Reasoning" OR "AI" OR "Computer Vision Systems" OR "Computer Vision System" OR "Knowledge Acquisition" OR "knowledge representation computer" OR "Knowledge Representation" OR "Knowledge Representations" OR "Computer Heuristics" OR "Expert Systems" OR "Expert System" OR "Fuzzy Logic" OR "Knowledge Bases" OR "Knowledge Base" OR "Knowledgebases" OR "Knowledgebase" OR "Machine Learning" OR "Transfer Learning" OR "Deep Learning" OR "Hierarchical Learning" OR "Supervised Machine Learning" OR "Semi supervised Learning" OR "Learning from Labeled Data" OR "Support Vector Machine" OR "Support Vector Machines" OR "Support Vector Network" OR "Support Vector Networks" OR "Unsupervised Machine Learning" OR "Natural Language Processing" OR "Computer Neural Network" OR "Computer Neural Networks" OR "Neural Network Model" OR "Neural Network Models" OR "Computational Neural Networks" OR "Computational Neural Network" OR Perceptrons OR Perceptron OR "Connectionist Models" OR "Connectionist Model" OR "neural networks computer" OR "neural network computer" OR "Hierarchical Learning" OR Robotics OR "remote operations robotics" OR "remote operation robotics" OR Telerobotics OR "Soft Robotics" OR "Soft Robotic" OR "Likelihood Functions" OR "Likelihood Function" OR "Maximum Likelihood Estimates" OR "Maximum Likelihood Estimate" OR "Likelihood Ratio Test" OR "Latent Class Analysis" OR "Latent Class Analyses" OR "Latent Variable Modeling" OR "Latent Variable Modelings" OR "Structural Equation Modeling" OR "Structural Equation Modelings" OR "Probabilistic Latent Semantic Analysis" OR "Latent Class Model" OR "Latent Class Models" OR "Linear Models" OR "Linear Model" OR "Log Linear Models" OR "Log Linear Model" OR "Linear Regression" OR "Linear Regressions" OR "Factor Analyses" OR "Factor Analysis" OR "Principal Component Analysis" OR "Principal Component Analyses" OR "Markov Chains" OR Markov OR "Markov Process" OR "Markov Processes" OR "Markov Chain" OR "Computer Assisted Decision Making" OR "Computer Assisted Diagnosis" OR "Computer Assisted Diagnoses" OR "Computer Assisted Therapy" OR "Computer Assisted Therapies" OR Nomograms OR Nomogram OR "Partin Tables" OR "Partin Table" OR Bioinformatics OR "Web-Based system") AND (Osteoporosis OR Osteoporoses OR "Post-Traumatic Osteoporosis" OR "Senile Osteoporosis" OR "Age-Related Bone Loss" OR "Age-Related Bone Losses" OR "Age-Related Osteoporosis" OR "Age Related Osteoporosis" OR "Age-Related Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Loss" OR "Post-Menopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Loss" OR ("bone density" AND (loss OR Losses)) OR "Photon Absorptiometry" OR "X-Ray Densitometry" OR "X-Ray Photodensitometry" OR "X Ray Photodensitometry" OR "Xray Densitometry" OR "Single-Photon Absorptiometry" OR "Single Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry Scan" OR "DXA Scan" OR "DXA Scans" OR "DEXA Scan" OR "DEXA Scans" OR "Dual-Photon Absorptiometry" OR "Dual Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy Radiographic Absorptiometry" OR "Dual Energy Radiographic Absorptiometry" OR "X-Ray Absorptiometry" OR "X Ray Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry" OR "Dual X-Ray Absorptiometry" OR "Dual X Ray Absorptiometry" OR "Expert Testimony" OR "Expert Testimonies" OR "Expert Witness" OR "Expert Witnesses" OR "Expert Opinion" OR "Expert Opinions" OR "Post-Traumatic Osteoporoses" OR "Senile Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Losses" OR "Post-Menopausal Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Losses" OR "DPX Absorptiometry") AND ("Panoramic Radiography" OR "Panoramic Radiographies" OR Pantomography OR Pantomographies OR Orthopantomography OR Orthopantomographies OR "Dental Radiography" OR "dental radiograph" OR "Dental Digital Radiography" OR Scanora</p>	05
---	--	----

	<p>OR "Dental Radiovisiography" OR Visualix OR Digora OR "Sens-A-Ray" OR "Sens A Ray" OR SensARay OR "Cone Beam Computed Tomography" OR "Cone-Beam CT Scan" OR "Cone-Beam CT Scans" OR "Volume Computed Tomography" OR "Volumetric CT" OR "Volumetric Computed Tomography" OR "Cone-Beam CAT Scan" OR "Cone-Beam CAT Scans" OR "Cone-Beam Computerized Tomography" OR "Cone Beam Computerized Tomography" OR "Cone-Beam CT" OR "Cone Beam CT" OR "Volume CT" OR "dental imaging" OR ((Maxilla OR Maxillas OR "Maxillary Bone" OR "Maxillary Bones" OR Maxillae OR Mandible OR Mandibles OR "Mylohyoid Ridge" OR "Mylohyoid Ridges" OR "Mylohyoid Groove" OR "Mylohyoid Grooves" OR maxillomandibular OR alveolar OR "Dental Arch" OR "Dental Arches" OR "Hard Palate" OR "Hard Palates" OR "Palatine Bone" OR dental OR Tooth OR Teeth) AND (imaging OR image OR imaged OR images OR imagings)))</p>	
--	--	--

ACM Digital Library	<p>4.1 ([Abstract: "ensemble learning"] OR [Abstract: "random forests"] OR [Abstract: "ensemble methods"] OR [Abstract: kernel] OR [Abstract: "gaussian process"] OR [Abstract: "logical learning"] OR [Abstract: "relational learning"] OR [Abstract: "inductive logic"] OR [Abstract: "statistical relational"] OR [Abstract: "probabilistic graphical model"] OR [Abstract: "maximum entropy"] OR [Abstract: "maximum a posteriori"] OR [Abstract: "mixture model"] OR [Abstract: "bayesian network"] OR [Abstract: "perceptron algorithm"] OR [Abstract: factorization] OR [Abstract: "latent dirichlet allocation"] OR [Abstract: "rule learning"] OR [Abstract: "instance-based"] OR [Abstract: "stochastic game"] OR [Abstract: "deep belief network"] OR [Abstract: "bio-inspired approach"] OR [Abstract: "evolvable hardware"] OR [Abstract: "artificial intelligence"] OR [Abstract: "computational intelligence"] OR [Abstract: "machine intelligence"] OR [Abstract: "computer reasoning"] OR [Abstract: "ai"] OR [Abstract: "computer vision systems"] OR [Abstract: "computer vision system"] OR [Abstract: "knowledge acquisition"] OR [Abstract: "knowledge representation computer"] OR [Abstract: "knowledge representation"] OR [Abstract: "knowledge representations"] OR [Abstract: "computer heuristics"] OR [Abstract: "expert systems"] OR [Abstract: "expert system"] OR [Abstract: "fuzzy logic"] OR [Abstract: "knowledge bases"] OR [Abstract: "knowledge base"] OR [Abstract: "knowledgebases"] OR [Abstract: "knowledgebase"] OR [Abstract: "machine learning"] OR [Abstract: "transfer learning"] OR [Abstract: "deep learning"] OR [Abstract: "hierarchical learning"] OR [Abstract: "supervised machine learning"] OR [Abstract: "semi supervised learning"] OR [Abstract: "learning from labeled data"] OR [Abstract: "support vector machine"] OR [Abstract: "support vector machines"] OR [Abstract: "support vector network"] OR [Abstract: "support vector networks"] OR [Abstract: "unsupervised machine learning"] OR [Abstract: "natural language processing"] OR [Abstract: "computer neural network"] OR [Abstract: "computer neural networks"] OR [Abstract: "neural network model"] OR [Abstract: "neural network models"] OR [Abstract: "computational neural networks"] OR [Abstract: "computational neural network"] OR [Abstract: perceptrons] OR [Abstract: perceptron] OR [Abstract: "connectionist models"] OR [Abstract: "connectionist model"] OR [Abstract: "neural networks computer"] OR [Abstract: "neural network computer"] OR [Abstract: "hierarchical learning"] OR [Abstract: robotics] OR [Abstract: "remote operations robotics"] OR [Abstract: "remote operation robotics"] OR [Abstract: telerobotics] OR [Abstract: "soft robotics"] OR [Abstract: "soft robotic"] OR [Abstract: "likelihood functions"] OR [Abstract: "likelihood function"] OR [Abstract: "maximum likelihood estimates"] OR [Abstract: "maximum likelihood estimate"] OR [Abstract: "likelihood ratio test"] OR [Abstract: "latent class analysis"] OR [Abstract: "latent class analyses"] OR [Abstract: "latent variable modeling"] OR [Abstract: "latent variable modelings"] OR [Abstract: "structural equation modeling"] OR [Abstract: "structural equation modelings"] OR [Abstract: "probabilistic latent semantic analysis"] OR [Abstract: "latent class model"] OR [Abstract: "latent class models"] OR [Abstract: "linear models"] OR [Abstract: "linear model"] OR [Abstract: "log linear models"] OR [Abstract: "log linear model"] OR [Abstract: "linear regression"] OR [Abstract: "linear regressions"] OR [Abstract: "factor analyses"] OR [Abstract: "factor analysis"] OR [Abstract: "principal component analysis"] OR [Abstract: "principal component analyses"] OR [Abstract: "markov chains"] OR [Abstract: markov] OR [Abstract: "markov process"] OR [Abstract: "markov processes"] OR [Abstract: "markov chain"] OR [Abstract: "computer assisted decision making"] OR [Abstract: "computer assisted diagnosis"] OR [Abstract: "computer assisted diagnoses"] OR [Abstract: "computer assisted therapy"] OR [Abstract: "computer assisted therapies"] OR [Abstract: nomograms] OR [Abstract: nomogram] OR [Abstract: "partin tables"] OR [Abstract: "partin table"] OR [Abstract: bioinformatics] OR [Abstract: "web-based system"]) AND ([Abstract: osteoporosis] OR [Abstract: osteoporoses] OR [Abstract: "post-traumatic osteoporosis"] OR [Abstract: "senile osteoporosis"] OR [Abstract: "age-related bone loss"] OR [Abstract: "age-related bone losses"] OR [Abstract: "age-</p>	02
---------------------	---	----

	<p>related osteoporosis"] OR [Abstract: "age related osteoporosis"] OR [Abstract: "age-related osteoporoses"] OR [Abstract: "perimenopausal bone loss"] OR [Abstract: "post-menopausal osteoporosis"] OR [Abstract: "postmenopausal osteoporosis"] OR [Abstract: "postmenopausal osteoporoses"] OR [Abstract: "postmenopausal bone loss"] OR [[Abstract: "bone density"] AND [[Abstract: loss] OR [Abstract: losses]]] OR [Abstract: "photon absorptiometry"] OR [Abstract: "x-ray densitometry"] OR [Abstract: "x-ray photodensitometry"] OR [Abstract: "x ray photodensitometry"] OR [Abstract: "xray densitometry"] OR [Abstract: "single-photon absorptiometry"] OR [Abstract: "single photon absorptiometry"] OR [Abstract: "dual-energy x-ray absorptiometry scan"] OR [Abstract: "dual energy x ray absorptiometry scan"] OR [Abstract: "dxa scan"] OR [Abstract: "dxa scans"] OR [Abstract: "dexa scan"] OR [Abstract: "dexa scans"] OR [Abstract: "dual-photon absorptiometry"] OR [Abstract: "dual photon absorptiometry"] OR [Abstract: "dual-energy radiographic absorptiometry"] OR [Abstract: "dual energy radiographic absorptiometry"] OR [Abstract: "x-ray absorptiometry"] OR [Abstract: "x ray absorptiometry"] OR [Abstract: "dual-energy x-ray absorptiometry"] OR [Abstract: "dual energy x ray absorptiometry"] OR [Abstract: "dual x-ray absorptiometry"] OR [Abstract: "dual x ray absorptiometry"] OR [Abstract: "expert testimony"] OR [Abstract: "expert testimonies"] OR [Abstract: "expert witness"] OR [Abstract: "expert witnesses"] OR [Abstract: "expert opinion"] OR [Abstract: "expert opinions"] OR [Abstract: "post-traumatic osteoporoses"] OR [Abstract: "senile osteoporoses"] OR [Abstract: "postmenopausal bone losses"] OR [Abstract: "post-menopausal osteoporoses"] OR [Abstract: "perimenopausal bone losses"] OR [Abstract: "dpx absorptiometry"] AND [[Abstract: "panoramic radiography"] OR [Abstract: "panoramic radiographies"] OR [Abstract: pantomography] OR [Abstract: pantomographies] OR [Abstract: orthopantomography] OR [Abstract: orthopantomographies] OR [Abstract: "dental radiography"] OR [Abstract: "dental radiograph"] OR [Abstract: "dental digital radiography"] OR [Abstract: scanora] OR [Abstract: "dental radiovisiography"] OR [Abstract: visualix] OR [Abstract: digora] OR [Abstract: "sens-a-ray"] OR [Abstract: "sens a ray"] OR [Abstract: sensaray] OR [Abstract: "cone beam computed tomography"] OR [Abstract: "cone-beam ct scan"] OR [Abstract: "cone-beam ct scans"] OR [Abstract: "volume computed tomography"] OR [Abstract: "volumetric ct"] OR [Abstract: "volumetric computed tomography"] OR [Abstract: "cone-beam cat scan"] OR [Abstract: "cone-beam cat scans"] OR [Abstract: "cone-beam computerized tomography"] OR [Abstract: "cone beam computerized tomography"] OR [Abstract: "cone-beam ct"] OR [Abstract: "cone beam ct"] OR [Abstract: "volume ct"] OR [Abstract: "dental imaging"] OR [[[Abstract: maxilla] OR [Abstract: maxillas] OR [Abstract: "maxillary bone"] OR [Abstract: "maxillary bones"] OR [Abstract: maxillae] OR [Abstract: mandible] OR [Abstract: mandibles] OR [Abstract: "mylohyoid ridge"] OR [Abstract: "mylohyoid ridges"] OR [Abstract: "mylohyoid groove"] OR [Abstract: "mylohyoid grooves"] OR [Abstract: maxillomandibular] OR [Abstract: alveolar] OR [Abstract: "dental arch"] OR [Abstract: "dental arches"] OR [Abstract: "hard palate"] OR [Abstract: "hard palates"] OR [Abstract: "palatine bone"] OR [Abstract: dental] OR [Abstract: tooth] OR [Abstract: teeth]] AND [[Abstract: imaging] OR [Abstract: image] OR [Abstract: imaged] OR [Abstract: images] OR [Abstract: imagings]]]]] OR ([[Title: "ensemble learning"] OR [Title: "random forests"] OR [Title: "ensemble methods"] OR [Title: kernel] OR [Title: "gaussian process"] OR [Title: "logical learning"] OR [Title: "relational learning"] OR [Title: "inductive logic"] OR [Title: "statistical relational"] OR [Title: "probabilistic graphical model"] OR [Title: "maximum entropy"] OR [Title: "maximum a posteriori"] OR [Title: "mixture model"] OR [Title: "bayesian network"] OR [Title: "perceptron algorithm"] OR [Title: factorization] OR [Title: "latent dirichlet allocation"] OR [Title: "rule learning"] OR [Title: "instance-based"] OR [Title: "stochastic game"] OR [Title: "deep belief network"] OR [Title: "bio-inspired approach"] OR [Title: "evolvable hardware"] OR [Title: "artificial intelligence"] OR [Title: "computational intelligence"] OR [Title: "machine intelligence"] OR [Title:</p>	
--	--	--

	<p>"computer reasoning"] OR [Title: "ai"] OR [Title: "computer vision systems"] OR [Title: "computer vision system"] OR [Title: "knowledge acquisition"] OR [Title: "knowledge representation computer"] OR [Title: "knowledge representation"] OR [Title: "knowledge representations"] OR [Title: "computer heuristics"] OR [Title: "expert systems"] OR [Title: "expert system"] OR [Title: "fuzzy logic"] OR [Title: "knowledge bases"] OR [Title: "knowledge base"] OR [Title: "knowledgebases"] OR [Title: "knowledgebase"] OR [Title: "machine learning"] OR [Title: "transfer learning"] OR [Title: "deep learning"] OR [Title: "hierarchical learning"] OR [Title: "supervised machine learning"] OR [Title: "semi supervised learning"] OR [Title: "learning from labeled data"] OR [Title: "support vector machine"] OR [Title: "support vector machines"] OR [Title: "support vector network"] OR [Title: "support vector networks"] OR [Title: "unsupervised machine learning"] OR [Title: "natural language processing"] OR [Title: "computer neural network"] OR [Title: "computer neural networks"] OR [Title: "neural network model"] OR [Title: "neural network models"] OR [Title: "computational neural networks"] OR [Title: "computational neural network"] OR [Title: perceptrons] OR [Title: perceptron] OR [Title: "connectionist models"] OR [Title: "connectionist model"] OR [Title: "neural networks computer"] OR [Title: "neural network computer"] OR [Title: "hierarchical learning"] OR [Title: robotics] OR [Title: "remote operations robotics"] OR [Title: "remote operation robotics"] OR [Title: telerobotics] OR [Title: "soft robotics"] OR [Title: "soft robotic"] OR [Title: "likelihood functions"] OR [Title: "likelihood function"] OR [Title: "maximum likelihood estimates"] OR [Title: "maximum likelihood estimate"] OR [Title: "likelihood ratio test"] OR [Title: "latent class analysis"] OR [Title: "latent class analyses"] OR [Title: "latent variable modeling"] OR [Title: "latent variable modelings"] OR [Title: "structural equation modeling"] OR [Title: "structural equation modelings"] OR [Title: "probabilistic latent semantic analysis"] OR [Title: "latent class model"] OR [Title: "latent class models"] OR [Title: "linear models"] OR [Title: "linear model"] OR [Title: "log linear models"] OR [Title: "log linear model"] OR [Title: "linear regression"] OR [Title: "linear regressions"] OR [Title: "factor analyses"] OR [Title: "factor analysis"] OR [Title: "principal component analysis"] OR [Title: "principal component analyses"] OR [Title: "markov chains"] OR [Title: markov] OR [Title: "markov process"] OR [Title: "markov processes"] OR [Title: "markov chain"] OR [Title: "computer assisted decision making"] OR [Title: "computer assisted diagnosis"] OR [Title: "computer assisted diagnoses"] OR [Title: "computer assisted therapy"] OR [Title: "computer assisted therapies"] OR [Title: nomograms] OR [Title: nomogram] OR [Title: "partin tables"] OR [Title: "partin table"] OR [Title: bioinformatics] OR [Title: "web-based system"]] AND [[Title: osteoporosis] OR [Title: osteoporoses] OR [Title: "post-traumatic osteoporosis"] OR [Title: "senile osteoporosis"] OR [Title: "age-related bone loss"] OR [Title: "age-related bone losses"] OR [Title: "age-related osteoporosis"] OR [Title: "age related osteoporosis"] OR [Title: "age-related osteoporoses"] OR [Title: "perimenopausal bone loss"] OR [Title: "postmenopausal osteoporosis"] OR [Title: "postmenopausal osteoporoses"] OR [Title: "postmenopausal bone loss"] OR [[Title: "bone density"] AND [[Title: loss] OR [Title: losses]]] OR [Title: "photon absorptiometry"] OR [Title: "x-ray densitometry"] OR [Title: "x-ray photodensitometry"] OR [Title: "x ray photodensitometry"] OR [Title: "xray densitometry"] OR [Title: "single-photon absorptiometry"] OR [Title: "single photon absorptiometry"] OR [Title: "dual-energy x-ray absorptiometry scan"] OR [Title: "dual energy x ray absorptiometry scan"] OR [Title: "dxa scan"] OR [Title: "dxa scans"] OR [Title: "dexa scan"] OR [Title: "dexa scans"] OR [Title: "dual-photon absorptiometry"] OR [Title: "dual photon absorptiometry"] OR [Title: "dual-energy radiographic absorptiometry"] OR [Title: "dual energy radiographic absorptiometry"] OR [Title: "x-ray absorptiometry"] OR [Title: "x ray absorptiometry"] OR [Title: "dual-energy x-ray absorptiometry"] OR [Title: "dual energy x ray absorptiometry"] OR [Title: "dual x-ray absorptiometry"] OR [Title: "dual x ray absorptiometry"] OR [Title: "expert testimony"] OR [Title: "expert testimonies"] OR [Title: "expert witness"] OR [Title: "expert witnesses"]</p>	
--	---	--

	<p>OR [Title: "expert opinion"] OR [Title: "expert opinions"] OR [Title: "post-traumatic osteoporoses"] OR [Title: "senile osteoporoses"] OR [Title: "postmenopausal bone losses"] OR [Title: "post-menopausal osteoporoses"] OR [Title: "perimenopausal bone losses"] OR [Title: "dpx absorptiometry"] AND [[Title: "panoramic radiography"] OR [Title: "panoramic radiographies"] OR [Title: pantomography] OR [Title: pantomographies] OR [Title: orthopantomography] OR [Title: orthopantomographies] OR [Title: "dental radiography"] OR [Title: "dental radiograph"] OR [Title: "dental digital radiography"] OR [Title: scanora] OR [Title: "dental radiovisiography"] OR [Title: visualix] OR [Title: digora] OR [Title: "sens-a-ray"] OR [Title: "sens a ray"] OR [Title: sensaray] OR [Title: "cone beam computed tomography"] OR [Title: "cone-beam ct scan"] OR [Title: "cone-beam ct scans"] OR [Title: "volume computed tomography"] OR [Title: "volumetric ct"] OR [Title: "volumetric computed tomography"] OR [Title: "cone-beam cat scan"] OR [Title: "cone-beam cat scans"] OR [Title: "cone-beam computerized tomography"] OR [Title: "cone beam computerized tomography"] OR [Title: "cone-beam ct"] OR [Title: "cone beam ct"] OR [Title: "volume ct"] OR [Title: "dental imaging"] OR [[[Title: maxilla] OR [Title: maxillas] OR [Title: "maxillary bone"] OR [Title: "maxillary bones"] OR [Title: maxillae] OR [Title: mandible] OR [Title: mandibles] OR [Title: "mylohyoid ridge"] OR [Title: "mylohyoid ridges"] OR [Title: "mylohyoid groove"] OR [Title: "mylohyoid grooves"] OR [Title: maxillomandibular] OR [Title: alveolar] OR [Title: "dental arch"] OR [Title: "dental arches"] OR [Title: "hard palate"] OR [Title: "hard palates"] OR [Title: "palatine bone"] OR [Title: dental] OR [Title: tooth] OR [Title: teeth]] AND [[Title: imaging] OR [Title: image] OR [Title: imaged] OR [Title: images] OR [Title: imagings]]]])</p>	
--	--	--

Compendex	<p>4.2 (((("Ensemble Learning" OR "random forests" OR "ensemble methods" OR Kernel OR "Gaussian process" OR "Logical learning" OR "relational learning" OR "Inductive logic" OR "Statistical relational" OR "probabilistic graphical model" OR "Maximum entropy" OR "Maximum a posteriori" OR "Mixture model" OR "Bayesian network" OR "Perceptron algorithm" OR Factorization OR "Latent Dirichlet allocation" OR "Rule learning" OR "Instance-based" OR "Stochastic game" OR "Deep belief network" OR "Bio-inspired approach" OR "Evolvable hardware" OR "Artificial Intelligence" OR "Computational Intelligence" OR "Machine Intelligence" OR "Computer Reasoning" OR "AI" OR "Computer Vision Systems" OR "Computer Vision System" OR "Knowledge Acquisition" OR "knowledge representation computer" OR "Knowledge Representation" OR "Knowledge Representations" OR "Computer Heuristics" OR "Expert Systems" OR "Expert System" OR "Fuzzy Logic" OR "Knowledge Bases" OR "Knowledge Base" OR "Knowledgebases" OR "Knowledgebase" OR "Machine Learning" OR "Transfer Learning" OR "Deep Learning" OR "Hierarchical Learning" OR "Supervised Machine Learning" OR "Semi supervised Learning" OR "Learning from Labeled Data" OR "Support Vector Machine" OR "Support Vector Machines" OR "Support Vector Network" OR "Support Vector Networks" OR "Unsupervised Machine Learning" OR "Natural Language Processing" OR "Computer Neural Network" OR "Computer Neural Networks" OR "Neural Network Model" OR "Neural Network Models" OR "Computational Neural Networks" OR "Computational Neural Network" OR Perceptrons OR Perceptron OR "Connectionist Models" OR "Connectionist Model" OR "neural networks computer" OR "neural network computer" OR "Hierarchical Learning" OR Robotics OR "remote operations robotics" OR "remote operation robotics" OR Telerobotics OR "Soft Robotics" OR "Soft Robotic" OR "Likelihood Functions" OR "Likelihood Function" OR "Maximum Likelihood Estimates" OR "Maximum Likelihood Estimate" OR "Likelihood Ratio Test" OR "Latent Class Analysis" OR "Latent Class Analyses" OR "Latent Variable Modeling" OR "Latent Variable Modelings" OR "Structural Equation Modeling" OR "Structural Equation Modelings" OR "Probabilistic Latent Semantic Analysis" OR "Latent Class Model" OR "Latent Class Models" OR "Linear Models" OR "Linear Model" OR "Log Linear Models" OR "Log Linear Model" OR "Linear Regression" OR "Linear Regressions" OR "Factor Analyses" OR "Factor Analysis" OR "Principal Component Analysis" OR "Principal Component Analyses" OR "Markov Chains" OR Markov OR "Markov Process" OR "Markov Processes" OR "Markov Chain" OR "Computer Assisted Decision Making" OR "Computer Assisted Diagnosis" OR "Computer Assisted Diagnoses" OR "Computer Assisted Therapy" OR "Computer Assisted Therapies" OR Nomograms OR Nomogram OR "Partin Tables" OR "Partin Table" OR Bioinformatics OR "Web-Based system") WN KY) AND ((Osteoporosis OR Osteoporoses OR "Post-Traumatic Osteoporosis" OR "Senile Osteoporosis" OR "Age-Related Bone Loss" OR "Age-Related Bone Losses" OR "Age-Related Osteoporosis" OR "Age Related Osteoporosis" OR "Age-Related Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Loss" OR "Post-Menopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Loss" OR ("bone density" AND (loss OR Losses)) OR "Photon Absorptiometry" OR "X-Ray Densitometry" OR "X-Ray Photodensitometry" OR "X Ray Photodensitometry" OR "Xray Densitometry" OR "Single-Photon Absorptiometry" OR "Single Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry Scan" OR "DXA Scan" OR "DXA Scans" OR "DEXA Scan" OR "DEXA Scans" OR "Dual-Photon Absorptiometry" OR "Dual Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy Radiographic Absorptiometry" OR "Dual Energy Radiographic Absorptiometry" OR "X-Ray Absorptiometry" OR "X Ray Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry" OR "Dual X-Ray Absorptiometry" OR "Dual X Ray Absorptiometry" OR "Expert Testimony" OR "Expert Testimonies" OR "Expert Witness" OR "Expert Witnesses" OR "Expert Opinion" OR "Expert Opinions" OR "Post-Traumatic Osteoporoses"</p>	19
-----------	---	----

	<p>OR "Senile Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Losses" OR "Post-Menopausal Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Losses" OR "DPX Absorptiometry") WN KY)) AND (("Panoramic Radiography" OR "Panoramic Radiographies" OR Pantomography OR Pantomographies OR Orthopantomography OR Orthopantomographies OR "Dental Radiography" OR "dental radiograph" OR "Dental Digital Radiography" OR Scanora OR "Dental Radiovisiography" OR Visualix OR Digora OR "Sens-A-Ray" OR "Sens A Ray" OR SensARay OR "Cone Beam Computed Tomography" OR "Cone-Beam CT Scan" OR "Cone-Beam CT Scans" OR "Volume Computed Tomography" OR "Volumetric CT" OR "Volumetric Computed Tomography" OR "Cone-Beam CAT Scan" OR "Cone-Beam CAT Scans" OR "Cone-Beam Computerized Tomography" OR "Cone Beam Computerized Tomography" OR "Cone-Beam CT" OR "Cone Beam CT" OR "Volume CT" OR "dental imaging" OR ((Maxilla OR Maxillas OR "Maxillary Bone" OR "Maxillary Bones" OR Maxillae OR Mandible OR Mandibles OR "Mylohyoid Ridge" OR "Mylohyoid Ridges" OR "Mylohyoid Groove" OR "Mylohyoid Grooves" OR maxillomandibular OR alveolar OR "Dental Arch" OR "Dental Arches" OR "Hard Palate" OR "Hard Palates" OR "Palatine Bone" OR dental OR Tooth OR Teeth) AND (imaging OR image OR imaged OR images OR imagings))) WNKY))</p>	
--	--	--

ProQuest Dissertation and Thesis	<p>4.3 noft("Ensemble Learning" OR "random forests" OR "ensemble methods" OR Kernel OR "Gaussian process" OR "Logical learning" OR "relational learning" OR "Inductive logic" OR "Statistical relational" OR "probabilistic graphical model" OR "Maximum entropy" OR "Maximum a posteriori" OR "Mixture model" OR "Bayesian network" OR "Perceptron algorithm" OR Factorization OR "Latent Dirichlet allocation" OR "Rule learning" OR "Instance-based" OR "Stochastic game" OR "Deep belief network" OR "Bio-inspired approach" OR "Evolvable hardware" OR "Artificial Intelligence" OR "Computational Intelligence" OR "Machine Intelligence" OR "Computer Reasoning" OR "AI" OR "Computer Vision Systems" OR "Computer Vision System" OR "Knowledge Acquisition" OR "knowledge representation computer" OR "Knowledge Representation" OR "Knowledge Representations" OR "Computer Heuristics" OR "Expert Systems" OR "Expert System" OR "Fuzzy Logic" OR "Knowledge Bases" OR "Knowledge Base" OR "Knowledgebases" OR "Knowledgebase" OR "Machine Learning" OR "Transfer Learning" OR "Deep Learning" OR "Hierarchical Learning" OR "Supervised Machine Learning" OR "Semi supervised Learning" OR "Learning from Labeled Data" OR "Support Vector Machine" OR "Support Vector Machines" OR "Support Vector Network" OR "Support Vector Networks" OR "Unsupervised Machine Learning" OR "Natural Language Processing" OR "Computer Neural Network" OR "Computer Neural Networks" OR "Neural Network Model" OR "Neural Network Models" OR "Computational Neural Networks" OR "Computational Neural Network" OR Perceptrons OR Perceptron OR "Connectionist Models" OR "Connectionist Model" OR "neural networks computer" OR "neural network computer" OR "Hierarchical Learning" OR Robotics OR "remote operations robotics" OR "remote operation robotics" OR Telerobotics OR "Soft Robotics" OR "Soft Robotic" OR "Likelihood Functions" OR "Likelihood Function" OR "Maximum Likelihood Estimates" OR "Maximum Likelihood Estimate" OR "Likelihood Ratio Test" OR "Latent Class Analysis" OR "Latent Class Analyses" OR "Latent Variable Modeling" OR "Latent Variable Modelings" OR "Structural Equation Modeling" OR "Structural Equation Modelings" OR "Probabilistic Latent Semantic Analysis" OR "Latent Class Model" OR "Latent Class Models" OR "Linear Models" OR "Linear Model" OR "Log Linear Models" OR "Log Linear Model" OR "Linear Regression" OR "Linear Regressions" OR "Factor Analyses" OR "Factor Analysis" OR "Principal Component Analysis" OR "Principal Component Analyses" OR "Markov Chains" OR Markov OR "Markov Process" OR "Markov Processes" OR "Markov Chain" OR "Computer Assisted Decision Making" OR "Computer Assisted Diagnosis" OR "Computer Assisted Diagnoses" OR "Computer Assisted Therapy" OR "Computer Assisted Therapies" OR Nomograms OR Nomogram OR "Partin Tables" OR "Partin Table" OR Bioinformatics OR "Web-Based system") AND noft(Osteoporosis OR Osteoporoses OR "Post-Traumatic Osteoporosis" OR "Senile Osteoporosis" OR "Age-Related Bone Loss" OR "Age-Related Bone Losses" OR "Age-Related Osteoporosis" OR "Age Related Osteoporosis" OR "Age-Related Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Loss" OR "Post-Menopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporosis" OR "Postmenopausal Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Loss" OR ("bone density" AND (loss OR Losses)) OR "Photon Absorptiometry" OR "X-Ray Densitometry" OR "X-Ray Photodensitometry" OR "X Ray Photodensitometry" OR "Xray Densitometry" OR "Single-Photon Absorptiometry" OR "Single Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry Scan" OR "DXA Scan" OR "DXA Scans" OR "DEXA Scan" OR "DEXA Scans" OR "Dual-Photon Absorptiometry" OR "Dual Photon Absorptiometry" OR "Dual-Energy Radiographic Absorptiometry" OR "Dual Energy Radiographic Absorptiometry" OR "X-Ray Absorptiometry" OR "X Ray Absorptiometry" OR "Dual-Energy X-Ray Absorptiometry" OR "Dual Energy X Ray Absorptiometry" OR "Dual X-Ray Absorptiometry" OR "Dual X Ray Absorptiometry" OR "Expert Testimony" OR "Expert Testimonies" OR "Expert Witness" OR "Expert Witnesses" OR "Expert Opinion" OR "Expert Opinions" OR "Post-Traumatic Osteoporoses"</p>	01
--	---	----

	OR "Senile Osteoporoses" OR "Postmenopausal Bone Losses" OR "Post-Menopausal Osteoporoses" OR "Perimenopausal Bone Losses" OR "DPX Absorptiometry") AND noft("Panoramic Radiography" OR "Panoramic Radiographies" OR Pantomography OR Pantomographies OR Orthopantomography OR Orthopantomographies OR "Dental Radiography" OR "dental radiograph" OR "Dental Digital Radiography" OR Scanora OR "Dental Radiovisiography" OR Visualix OR Digora OR "Sens-A-Ray" OR "Sens A Ray" OR SensARay OR "Cone Beam Computed Tomography" OR "Cone-Beam CT Scan" OR "Cone-Beam CT Scans" OR "Volume Computed Tomography" OR "Volumetric CT" OR "Volumetric Computed Tomography" OR "Cone-Beam CAT Scan" OR "Cone-Beam CAT Scans" OR "Cone-Beam Computerized Tomography" OR "Cone Beam Computerized Tomography" OR "Cone-Beam CT" OR "Cone Beam CT" OR "Volume CT" OR "dental imaging" OR ((Maxilla OR Maxillas OR "Maxillary Bone" OR "Maxillary Bones" OR Maxillae OR Mandible OR Mandibles OR "Mylohyoid Ridge" OR "Mylohyoid Ridges" OR "Mylohyoid Groove" OR "Mylohyoid Grooves" OR maxillomandibular OR alveolar OR "Dental Arch" OR "Dental Arches" OR "Hard Palate" OR "Hard Palates" OR "Palatine Bone" OR dental OR Tooth OR Teeth) AND (imaging OR image OR imaged OR images OR imagings)))	
Google Scholar	"artificial intelligence" AND (Osteoporosis OR Osteoporoses OR "Bone Loss" OR "bone density" OR "Photon Absorptiometry") AND ("Cone Beam Computed Tomography" OR "Panoramic Radiography" OR "Dental Radiography")	100

Apêndice 2 - Estudos excluídos e motivos para exclusão.

Autor e ano	Razões para exclusão
Law et al., 1996	Não utilizou ferramentas de IA
Taguchi et al., 1996	Não utilizou ferramentas de IA
Arifin et al., 2006	Não utilizou ferramentas de IA
Barge, 2007	Não utilizou ferramentas de IA
Allen et al., 2007	Aprendizado de máquina, Sem dados de acurácia
Devlin et al., 2007	Aprendizado de máquina Sem informações sobre grupo teste e treinamento
Nakamoto et al., 2008	Não utilizou ferramentas de IA
Kavitha et al., 2011	Aprendizado de máquina, Amostra repetida
Kavitha et al., 2012	Aprendizado de máquina, Amostra repetida Machine learning
Kavitha et al., 2012	Aprendizado de máquina, Amostra repetida Machine learning
López-López et al., 2012	Revisão
Roberts et al., 2013	Aprendizado de máquina; Sem dados de acurácia

Autor e ano	Razões para exclusão
Kavitha et al., 2013	Aprendizado de máquina
Mackowiak et al., 2013	Não utilizou ferramentas de IA
Muramatsu et al., 2013	Não utilizou ferramentas de IA
Suprijanto et al., 2013	Aprendizado de máquina, Sem informações sobre grupo teste e treinamento
Li, et al., 2014	Sem diagnóstico de osteoporose
Horiba et al., 2015	Aprendizado de máquina; Sem padrão de referência; Sem dados de acurácia
Kavitha et al., 2015	Aprendizado de máquina, Sem informações sobre grupo teste e treinamento
Kavitha et al., 2016	Aprendizado de máquina
Muramatsu et al., 2016	Aprendizado de máquina, Sem dados de acurácia
Barngeki et al., 2016	Não utilizou ferramentas de IA
Cheng et al., 2016	Sem dados de acurácia
Sindhu et al., 2016	Não utilizou ferramentas de IA
Bo et al., 2017	Aprendizado de máquina, Sem informações sobre grupo teste e treinamento
Hwang et al., 2017	Não utilizou ferramentas de IA
Widyaningrum et al., 2018	Não utilizou ferramentas de IA
Sela et al., 2019	Aprendizado de máquina, Sem dados de acurácia
Kathirvelu et al., 2019	Não utilizou ferramentas de IA
Ferizi et al., 2019	Revisão
Yeager et al., 2019	Não utilizou ferramentas de IA
Nakamoto et al., 2019	Não utilizou ferramentas de IA
Ren et al., 2020	Sem dados de acurácia
Tanaka et al., 2020	Sem padrão de referência Sem dados de acurácia
Aliaga et al., 2020	Aprendizado de máquina, Sem padrão de referência, Sem dados de acurácia

Autor e ano	Razões para exclusão
Alzubaidi et al., 2020	Aprendizado de máquina, Sem informações sobre grupo teste e treinamento
Menaka et al., 2021	Sem diagnóstico de osteoporose
Melike et al., 2021	Sem diagnóstico de osteoporose
Buyuk, Cansu 2021	Sem diagnóstico de osteoporose
Rafati et al., 2021	Sem diagnóstico de osteoporose
Taguchi et al., 2021	Revisão
Vila-Blanco et al., 2021	Sem diagnóstico de osteoporose
Hung et al., 2022	Revisão
Ogawa et al., 2022	Sem diagnóstico de osteoporose
Prijatelj et al., 2022	Sem diagnóstico de osteoporose
Wilches et al., 2022	Revisão
Xiao et al., 2022	Não utilizou ferramentas de IA
Ramkumar et al., 2022	Não utilizou exames de imagem odontológicos
Anantharaman et al, 2022	O acesso não foi possível
Visbal et al, 2022	Revisão
Hung et al., 2023	Revisão
Widyaningrum et al., 2023	Aprendizado de máquina

ANEXO

Anexo 1 – Protocolo Registrado no PROSPERO com número de registro.

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews


National Institute for
Health Research

UNIVERSITY *of York*
Centre for Reviews and Dissemination

Systematic review

Fields that have an asterisk () next to them means that they **must be answered**. **Word limits** are provided for each section. You will be unable to submit the form if the word limits are exceeded for any section. Registrant means the person filling out the form.*

This record cannot be edited because it has been marked as out of scope

1. * Review title.

Give the title of the review in English

Accuracy of artificial intelligence tools in tracking osteoporosis in dental imaging exams

2. Original language title.

For reviews in languages other than English, give the title in the original language. This will be displayed with the English language title.

3. * Anticipated or actual start date.

Give the date the systematic review started or is expected to start.

12/09/2022

4. * Anticipated completion date.

Give the date by which the review is expected to be completed.

31/07/2023

5. * Stage of review at time of this submission.

This field uses answers to initial screening questions. It cannot be edited until after registration.

Tick the boxes to show which review tasks have been started and which have been completed.

Update this field each time any amendments are made to a published record.

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



The review has not yet started: No

Review stage	Started	Completed
Preliminary searches	Yes	No
Piloting of the study selection process	Yes	No
Formal screening of search results against eligibility criteria	No	No
Data extraction	No	No
Risk of bias (quality) assessment	No	No
Data analysis	No	No

Provide any other relevant information about the stage of the review here.

6. * Named contact.

The named contact is the guarantor for the accuracy of the information in the register record. This may be any member of the review team.

Lorena Vieira

Email salutation (e.g. "Dr Smith" or "Joanne") for correspondence:

Ms Vieira

7. * Named contact email.

Give the electronic email address of the named contact.

vieiralorena10@gmail.com

8. Named contact address

Give the full institutional/organisational postal address for the named contact.

Rua Heli Correa de Lacerda, 90 Apto:102 \nBairro: São Marcos, Nova Serrana - MG \nCep: 35523052 \n

9. Named contact phone number.

Give the telephone number for the named contact, including international dialling code.

+55 (61) 9 8316-8741

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



10. * Organisational affiliation of the review.

Full title of the organisational affiliations for this review and website address if available. This field may be completed as 'None' if the review is not affiliated to any organisation.

Universidade de Brasília

Organisation web address:

Escola de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade de Brasília, DF, 70910-900

11. * Review team members and their organisational affiliations.

Give the personal details and the organisational affiliations of each member of the review team. Affiliation refers to groups or organisations to which review team members belong. **NOTE: email and country now MUST be entered for each person, unless you are amending a published record.**

Ms Lorena Vieira. Universidade de Brasília
Ms Ana Beatriz Teodoro. Universidade Federal de Goiás
Ms Raiza Querrer Peixoto. Universidade de Brasília
André Ferreira Leite. Universidade de Brasília
Maria Alves Garcia Silva. Universidade Federal de Goiás
Carla Ruffeil Moreira Mesquita. Universidade de Brasília
Paulo Tadeu de Souza Figueiredo. Universidade de Brasília
Nilce Nilce Santos Melo. Universidade de Brasília

12. * Funding sources/sponsors.

Details of the individuals, organizations, groups, companies or other legal entities who have funded or sponsored the review.

None

Grant number(s)

State the funder, grant or award number and the date of award

13. * Conflicts of interest.

List actual or perceived conflicts of interest (financial or academic).

None

14. Collaborators.

Give the name and affiliation of any individuals or organisations who are working on the review but who are not listed as review team members. **NOTE: email and country must be completed for each person, unless you are amending a published record.**

15. * Review question.

State the review question(s) clearly and precisely. It may be appropriate to break very broad questions down

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



into a series of related more specific questions. Questions may be framed or refined using PI(E)COS or similar where relevant.

What is the accuracy of artificial intelligence algorithms in tracking osteoporosis through dental imaging tests?

16. * Searches.

State the sources that will be searched (e.g. Medline). Give the search dates, and any restrictions (e.g. language or publication date). Do NOT enter the full search strategy (it may be provided as a link or attachment below.)

A search for relevant articles will be conducted in electronic databases, including PubMed/MEDLINE, EMBASE, LILACS, Web of Science, Scopus and Other EBSCO; ACM Digital Library. A grey literature search will also be conducted using Google Scholar, Proquest Dissertation and Theses and OpenGrey. Additional search will also be performed out through hand searches of reference list from included studies and with experts.

Restrictions: Non latin alphabet that are not able to translate in the automatic translator.

17. URL to search strategy.

Upload a file with your search strategy, or an example of a search strategy for a specific database, (including the keywords) in pdf or word format. In doing so you are consenting to the file being made publicly accessible. Or provide a URL or link to the strategy. Do NOT provide links to your search results.

("osteoporosis"[MeSH Terms] OR "osteoporosis"[All Fields] OR "osteoporoses"[All Fields] OR "osteoporosis, postmenopausal"[MeSH Terms] OR ("osteoporosis"[All Fields] AND "postmenopausal"[All Fields]) OR "postmenopausal osteoporosis"[All Fields] OR ("osteoporosis"[MeSH Terms] OR "osteoporosis"[All Fields] OR "osteoporoses"[All Fields] OR "osteoporosis, postmenopausal"[MeSH Terms] OR ("osteoporosis"[All Fields] AND "postmenopausal"[All Fields]) OR "postmenopausal osteoporosis"[All Fields]) OR "osteoporosis post traumatic"[All Fields] OR "osteoporosis post traumatic"[All Fields] OR "Post-Traumatic Osteoporosis"[All Fields] OR "osteoporosis senile"[All Fields] OR "Senile Osteoporosis"[All Fields]

OR "osteoporosis age related"[All Fields] OR "osteoporosis age related"[All Fields] OR "bone loss age related"[All Fields] OR "Age-Related Bone Loss"[All Fields] OR "Age-Related Bone Losses"[All Fields] OR "bone loss age related"[All Fields] OR "age related osteoporosis"[All Fields] OR "age related osteoporosis"[All Fields] OR "Age-Related Osteoporoses"[All Fields]AND ("bone density"[MeSH Terms] OR "mandible"[MeSH Terms] OR "mandible"[All Fields] OR "mandibles"[All Fields] OR "mandibles"[All Fields] OR "Bone Mineral Densities"[Text Word] OR "Bone Densities"[All Fields] OR "Bone Mineral Density"[All Fields] OR "Bone Mineral Densities"[All Fields] OR "Bone Mineral Content"[All Fields] OR "Bone Mineral Contents"[All Fields] OR "bone mass"[All Fields]) AND ("maxilla"[All Fields] OR "mandible"[All Fields] OR "maxillomandibular"[All Fields] OR "alveolar"[All Fields] OR "dental arch"[All Fields] OR "hard palate"[All Fields]) AND "radiography, dental"[MeSH Terms] OR "dental radiography"[Text Word] OR "diagnostic imaging"[MeSH Subheading] OR "diagnostic imaging"[MeSH Terms] OR "diagnostic imaging"[Text Word] OR "dental imaging"[All Fields] OR "radiography, panoramic"[MeSH Terms] OR ("radiography"[All Fields] AND "panoramic"[All Fields]) OR "Panoramic Radiography"[All Fields] OR "pantomography"[All Fields] OR ("radiography, panoramic"[MeSH Terms] OR ("radiography"[All Fields] AND "panoramic"[All Fields]) OR "Panoramic Radiography"[All Fields] OR "pantomographies"[All Fields]) OR ("radiography, panoramic"[MeSH Terms] OR ("radiography"[All Fields] OR "panoramic"[All Fields]) OR "Panoramic Radiography"[All Fields] OR "orthopantomographies"[All Fields] OR "orthopantomography"[All Fields]) OR ("radiography, panoramic"[MeSH Terms] OR ("radiography"[All Fields] AND "panoramic"[All Fields]) OR "Panoramic Radiography"[All Fields] OR "orthopantomographies"[All Fields] OR "orthopantomography"[All Fields]) OR "Panoramic Radiography"[All Fields] OR "Panoramic Radiographies"[All Fields] OR "radiography panoramic"[All Fields] OR "Cone Beam Computed Tomography"[MeSH Terms] OR "computed tomography cone beam"[All Fields] OR "Cone Beam Computed Tomography"[All Fields] OR "cat scan cone beam"[All Fields] OR "cat scan cone beam"[All Fields] OR "Cone-Beam CAT Scan"[All Fields] OR "Cone-Beam CAT Scans"[All Fields] OR "cone beam computerized tomography"[All Fields] OR "computerized tomography cone beam"[All Fields] OR "cone beam computerized tomography"[All Fields] OR "tomography cone beam computerized"[All Fields] OR "Volumetric Computed Tomography"[All Fields] OR "computed tomography volumetric"[All Fields] OR "ct scan cone beam"[All Fields] OR "ct scan cone beam"[All Fields] OR "ct scans cone beam"[All Fields] OR "Cone-Beam CT Scan"[All Fields] OR "Cone-Beam CT Scans"[All Fields] OR "scan cone beam ct"[All Fields] OR "scans cone beam ct"[All Fields] OR "tomography cone beam computed"[All Fields] OR "tomography cone beam computed"[All Fields] OR "tomography volume computed"[All Fields] OR "computed tomography volume"[All Fields] OR "Volume Computed Tomography"[All Fields] OR "Volume CT"[All Fields] OR "Volumetric CT"[All Fields] OR "cone beam ct"[All Fields] OR "cone beam ct"[All Fields]) AND (("Ensemble Learning"[Title/Abstract] OR "random forests"[Title/Abstract] OR "ensemble methods"[Title/Abstract] OR "Kernel"[Title/Abstract] OR "Gaussian

process"[All Fields] OR "Logical learning"[All Fields] OR "relational learning"[All Fields] OR "Inductive logic"[All Fields] OR "Statistical relational"[All Fields] OR "probabilistic graphical model"[All Fields] OR "Maximum entropy"[All Fields] OR "Maximum a posteriori"[All Fields] OR "Mixture model"[All Fields] OR "Bayesian network"[All Fields] OR "Perceptron algorithm"[All Fields] OR "Factorization"[All Fields] OR "Latent Dirichlet allocation"[All Fields] OR "Rule learning"[All Fields] OR "Instance-based"[All Fields] OR "Stochastic game"[All Fields] OR "Deep belief network"[All Fields] OR "Bio-inspired approach"[All Fields] OR "Evolvable hardware"[All Fields] OR "Artificial Intelligence"[MeSH Terms] OR "Artificial Intelligence"[All Fields] OR "Computational Intelligence"[All Fields] OR "Machine Intelligence"[All Fields] OR "Computer Reasoning"[All Fields] OR "AI"[Title/Abstract] OR "Computer Vision Systems"[All Fields] OR "Computer Vision System"[All Fields] OR "Knowledge Acquisition"[All Fields] OR "knowledge representation computer"[All Fields] OR "Knowledge Representation"[All Fields] OR "Knowledge Representations"[All Fields] OR "Computer Heuristics"[MeSH Terms] OR "Computer Heuristics"[All Fields] OR "Expert Systems"[MeSH Terms] OR "Expert Systems"[All Fields] OR "Expert System"[All Fields] OR "Fuzzy Logic"[MeSH Terms] OR "Fuzzy Logic"[All Fields] OR "Knowledge Bases"[MeSH Terms] OR "Knowledge Bases"[All Fields] OR "Knowledge Base"[All Fields] OR "Knowledgebases"[All Fields] OR "Knowledgebase"[All Fields] OR "Machine Learning"[MeSH Terms] OR "Machine Learning"[All Fields] OR "Transfer Learning"[All Fields] OR "Deep Learning"[MeSH Terms] OR "Deep Learning"[All Fields] OR "Hierarchical Learning"[All Fields] OR "Supervised Machine Learning"[MeSH Terms] OR "Semi supervised Learning"[All Fields] OR "Learning from Labeled Data"[All Fields] OR "Support Vector Machine"[MeSH Terms] OR "Support Vector Machine"[All Fields] OR "Support Vector Machines"[All Fields] OR "Support Vector Network"[All Fields] OR "Support Vector Networks"[All Fields] OR "Unsupervised Machine Learning"[MeSH Terms] OR "Natural Language Processing"[MeSH Terms] OR "Natural Language Processing"[All Fields] OR "neural networks, computer"[MeSH Terms] OR "Computer Neural Network"[All Fields] OR "Computer Neural Networks"[All Fields] OR "Neural Network Model"[All Fields] OR "Neural Network Models"[All Fields] OR "Computational Neural Networks"[All Fields] OR "Computational Neural Network"[All Fields] OR "Perceptrons"[All Fields] OR "Perceptron"[All Fields] OR "Connectionist Models"[All Fields] OR "Connectionist Model"[All Fields] OR "neural networks computer"[All Fields] OR "neural network computer"[All Fields] OR "Hierarchical Learning"[All Fields] OR "Robotics"[MeSH Terms] OR "Robotics"[Title/Abstract] OR "remote operations robotics"[All Fields] OR "remote operation robotics"[All Fields] OR "Telerobotics"[All Fields] OR "Soft Robotics"[All Fields] OR "Soft Robotic"[All Fields] OR "Likelihood Functions"[MeSH Terms] OR "Likelihood Functions"[All Fields] OR "Likelihood Function"[All Fields] OR "Maximum Likelihood Estimates"[All Fields] OR "Maximum Likelihood Estimate"[All Fields] OR "Likelihood Ratio Test"[All Fields] OR "Latent Class Analysis"[MeSH Terms] OR "Latent Class Analysis"[All Fields] OR "Latent Class Analyses"[All Fields] OR "Latent Variable Modeling"[All Fields] OR "Latent Variable Modelings"[All Fields] OR "Structural Equation

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Modeling"[All Fields] OR "Structural Equation Modelings"[All Fields] OR "Probabilistic Latent Semantic Analysis"[All Fields] OR "Latent Class Model"[All Fields] OR "Latent Class Models"[All Fields] OR "Linear Models"[MeSH Terms] OR "Linear Models"[All Fields] OR "Linear Model"[All Fields] OR "Log Linear Models"[All Fields] OR "Log Linear Model"[All Fields] OR "Linear Regression"[All Fields] OR "Linear Regressions"[All Fields] OR "factor analysis, statistical"[MeSH Terms] OR "Factor Analyses"[All Fields] OR "Factor Analysis"[All Fields] OR "Principal Component Analysis"[MeSH Terms] OR "Principal Component Analysis"[All Fields] OR "Principal Component Analyses"[All Fields] OR "Markov Chains"[MeSH Terms] OR "Markov"[Title/Abstract] OR "Markov Process"[All Fields] OR "Markov Processes"[All Fields] OR "Markov Chain"[All Fields] OR "decision making, computer assisted"[MeSH Terms] OR "Computer Assisted Decision Making"[All Fields] OR "diagnosis, computer assisted"[MeSH Terms] OR "Computer Assisted Diagnosis"[All Fields] OR "Computer Assisted Diagnoses"[All Fields] OR "therapy, computer assisted"[MeSH Terms] OR "Computer Assisted Therapy"[All Fields] OR "Computer Assisted Therapies"[All Fields] OR "Nomograms"[MeSH Terms] OR "Nomograms"[All Fields] OR "Nomogram"[All Fields] OR "Partin Tables"[All Fields] OR "Partin Table"[All Fields] OR "Bioinformatics"[All Fields] OR "Web-Based system"[All Fields])))) AND ("Photon Absorptiometry"[All Fields] OR "densitometry x ray"[All Fields] OR "densitometry x ray"[All Fields] OR "X-Ray Densitometry"[All Fields] OR "x ray photodensitometry"[All Fields] OR "x ray photodensitometry"[All Fields] OR "Xray Densitometry"[All Fields] OR "dual energy x ray absorptiometry scan"[All Fields] OR "dual energy x ray absorptiometry scan"[All Fields] OR "DXA Scan"[All Fields] OR "DXA Scans"[All Fields] OR "scan dxa"[All Fields] OR "scans dxa"[All Fields] OR "DEXA Scan"[All Fields] OR "DEXA Scans"[All Fields] OR "scan dexa"[All Fields] OR "scans dexa"[All Fields] OR "dual photon absorptiometry"[All Fields] OR "absorptiometry dual photon"[All Fields] OR "dual photon absorptiometry"[All Fields] OR "dual energy radiographic absorptiometry"[All Fields] OR "dual energy radiographic absorptiometry"[All Fields] OR "absorptiometry x ray"[All Fields] OR "absorptiometry x ray"[All Fields] OR "x ray absorptiometry"[All Fields] OR "x ray absorptiometry"[All Fields] OR "dual energy x ray absorptiometry"[All Fields] OR "dual energy x ray absorptiometry"[All Fields] OR "x ray absorptiometry dual energy"[All Fields] OR "x ray absorptiometry dual energy"[All Fields] OR "absorptiometry dpx"[All Fields] OR "absorptiometry dual x ray"[All Fields] OR "absorptiometry dual x ray"[All Fields] OR "x ray absorptiometry dual"[All Fields] OR "absorptiometry dual energy x ray"[All Fields] OR "absorptiometry dual energy x ray"[All Fields] OR "dual x ray absorptiometry"[All Fields] OR "dual x ray absorptiometry"[All Fields] OR "absorptiometry, photon"[MeSH Terms] OR "expert testimony"[MeSH Terms] OR "Expert Opinion"[All Fields] OR "Expert Testimonies"[All Fields])

Alternatively, upload your search strategy to CRD in pdf format. Please note that by doing so you are consenting to the file being made publicly accessible.

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Do not make this file publicly available until the review is complete

18. * Condition or domain being studied.

Give a short description of the disease, condition or healthcare domain being studied in your systematic review.

Osteoporosis is a common systemic disease, characterized by compromised bone microarchitecture, predisposing individuals to fractures caused by minimal trauma. This disease mainly affects the elderly population and postmenopausal women, being considered a public health problem. Osteoporosis is diagnosed by measuring bone mineral density (BMD), which is routinely determined by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), the reference technique for assessing bone mineral density. However, this technique is not widely available for diagnosing the general population because of its high cost, and also has limited effectiveness in assessing altered bone quality. Thus, tools designed in artificial intelligence (AI) have been proposed as auxiliary methods to identify microstructural bone changes. Therefore, it is important to verify whether AI tools are accurate for the diagnosis of osteoporosis when using dental imaging exams, such as panoramic radiographs and computed tomography.

19. * Participants/population.

Specify the participants or populations being studied in the review. The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

P - Radiographic examinations of patients with osteoporosis

20. * Intervention(s), exposure(s).

Give full and clear descriptions or definitions of the interventions or the exposures to be reviewed. The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

I- artificial intelligence algorithm

21. * Comparator(s)/control.

Where relevant, give details of the alternatives against which the intervention/exposure will be compared (e.g. another intervention or a non-exposed control group). The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

B (Diagnosis of osteoporosis) Bone densitometry; specialist note

22. * Types of study to be included.

Give details of the study designs (e.g. RCT) that are eligible for inclusion in the review. The preferred format includes both inclusion and exclusion criteria. If there are no restrictions on the types of study, this should be stated.

Cross-sectional studies, diagnostic test studies

23. Context.

Give summary details of the setting or other relevant characteristics, which help define the inclusion or

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



exclusion criteria.

24. * Main outcome(s).

Give the pre-specified main (most important) outcomes of the review, including details of how the outcome is defined and measured and when these measurement are made, if these are part of the review inclusion criteria.

The primary outcome variable was the accuracy or success rates of the artificial intelligence tests for osteoporosis, including sensitivity, specificity, predictive values, likelihood ratios, area under curve values, diagnostic odds ratio (DOR), and Younden's index. The secondary outcomes were the variable ranks weighted in the computational models.

Measures of effect

Please specify the effect measure(s) for you main outcome(s) e.g. relative risks, odds ratios, risk difference, and/or 'number needed to treat.

Kappa's values, ICC, ROC curve, AUC, Sensitivity, Specificity, Precision, Recall and F1-Score.

25. * Additional outcome(s).

List the pre-specified additional outcomes of the review, with a similar level of detail to that required for main outcomes. Where there are no additional outcomes please state 'None' or 'Not applicable' as appropriate to the review

None

Measures of effect

Please specify the effect measure(s) for you additional outcome(s) e.g. relative risks, odds ratios, risk difference, and/or 'number needed to treat.

26. * Data extraction (selection and coding).

Describe how studies will be selected for inclusion. State what data will be extracted or obtained. State how this will be done and recorded.

In the first phase of study selection, all titles and abstracts retrieved from the database search will be evaluated by three reviewers (LV, AT and RP), and a fourth reviewer (AL) will be involved to resolve any disagreement. All studies that do not meet the selection criteria will be identified and excluded. In the second phase of study selection, the same inclusion and exclusion criteria will be applied to the full text of the articles. Again, the same three reviewers will evaluate the studies, and the fourth reviewer will be involved whenever necessary.

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



One reviewer (LV) will collect all necessary information (Author, year, country, patients, sex, age(in years), types of dental imaging exams - panoramic radiography or CBCT -, sample size, artificial intelligence algorithms used and evaluation metrics - accuracy, sensitivity, specificity, VPP, VPN). A second and third reviewers (AT and RP) will cross-check the collected information. Any disagreements will be discussed among the authors, and other reviewers (AL, MS, CM, PF and NM) will be involved on a final decision whenever necessary.

27. * Risk of bias (quality) assessment.

State which characteristics of the studies will be assessed and/or any formal risk of bias/quality assessment tools that will be used.

Type of study: Oral diagnostic studies

28. * Strategy for data synthesis.

Describe the methods you plan to use to synthesise data. This **must not be generic text** but should be **specific to your review** and describe how the proposed approach will be applied to your data. If meta-analysis is planned, describe the models to be used, methods to explore statistical heterogeneity, and software package to be used.

(Measlele.0) Computer software retrieved from the JAMOVI software (The jamovi project (2021) at jamovi).

random effects model. Heterogeneity will be evaluated using I^2 statistics and prediction intervals.

Heterogeneity will be explored through subgroup analysis.

29. * Analysis of subgroups or subsets.

State any planned investigation of 'subgroups'. Be clear and specific about which type of study or participant will be included in each group or covariate investigated. State the planned analytic approach.

The analysis of subgroups should occur depending on the different types of imaging tests used in the studies

30. * Type and method of review.

Select the type of review, review method and health area from the lists below.

Type of review

Cost effectiveness

No

Diagnostic

Yes

Epidemiologic

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



No

Individual patient data (IPD) meta-analysis

No

Intervention

No

Living systematic review

No

Meta-analysis

No

Methodology

No

Narrative synthesis

No

Network meta-analysis

No

Pre-clinical

No

Prevention

No

Prognostic

No

Prospective meta-analysis (PMA)

No

Review of reviews

No

Service delivery

No

Synthesis of qualitative studies

No

Systematic review

Yes

Other

No

Health area of the review

Alcohol/substance misuse/abuse

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews

No

Blood and immune system

No

Cancer

No

Cardiovascular

No

Care of the elderly

No

Child health

No

Complementary therapies

No

COVID-19

No

Crime and justice

No

Dental

Yes

Digestive system

No

Ear, nose and throat

No

Education

No

Endocrine and metabolic disorders

Yes

Eye disorders

No

General interest

No

Genetics

No

Health inequalities/health equity

No

Infections and infestations

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews

No

International development

No

Mental health and behavioural conditions

No

Musculoskeletal

No

Neurological

No

Nursing

No

Obstetrics and gynaecology

No

Oral health

Yes

Palliative care

No

Perioperative care

No

Physiotherapy

No

Pregnancy and childbirth

No

Public health (including social determinants of health)

No

Rehabilitation

No

Respiratory disorders

No

Service delivery

No

Skin disorders

No

Social care

No

Surgery

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



No

Tropical Medicine

No

Urological

No

Wounds, injuries and accidents

No

Violence and abuse

No

31. Language.

Select each language individually to add it to the list below, use the bin icon to remove any added in error.

English

There is an English language summary.

32. * Country.

Select the country in which the review is being carried out. For multi-national collaborations select all the countries involved.

Brazil

33. Other registration details.

Name any other organisation where the systematic review title or protocol is registered (e.g. Campbell, or The Joanna Briggs Institute) together with any unique identification number assigned by them. If extracted data will be stored and made available through a repository such as the Systematic Review Data Repository (SRDR), details and a link should be included here. If none, leave blank.

34. Reference and/or URL for published protocol.

If the protocol for this review is published provide details (authors, title and journal details, preferably in Vancouver format)

Add web link to the published protocol.

Or, upload your published protocol here in pdf format. Note that the upload will be publicly accessible.

No I do not make this file publicly available until the review is complete

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Please note that the information required in the PROSPERO registration form must be completed in full even if access to a protocol is given.

35. Dissemination plans.

Do you intend to publish the review on completion?

Yes

Give brief details of plans for communicating review findings.?

36. Keywords.

Give words or phrases that best describe the review. Separate keywords with a semicolon or new line. Keywords help PROSPERO users find your review (keywords do not appear in the public record but are included in searches). Be as specific and precise as possible. Avoid acronyms and abbreviations unless these are in wide use.

Osteoporosis; Artificial intelligence; dental radiograph; dental imaging; panoramic radiograph

37. Details of any existing review of the same topic by the same authors.

If you are registering an update of an existing review give details of the earlier versions and include a full bibliographic reference, if available.

38. * Current review status.

Update review status when the review is completed and when it is published. New registrations must be ongoing so this field is not editable for initial submission.

Please provide anticipated publication date

Review_Ongoing

39. Any additional information.

Provide any other information relevant to the registration of this review.

40. Details of final report/publication(s) or preprints if available.

Leave empty until publication details are available OR you have a link to a preprint (NOTE: this field is not editable for initial submission). List authors, title and journal details preferably in Vancouver format.

Give the link to the published review or preprint.