



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA

MIRELE NUNES DE CARVALHO

**QUAL O ESTADO DA ARTE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NA
RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA ? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

ARACAJU

2019

QUAL O ESTADO DA ARTE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL(IA) NA RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA ? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

MIRELE NUNES DE CARVALHO

Monografia apresentada ao Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Sergipe como quesito obrigatório para conclusão de curso.

Orientador: Prof. Dr. Wilton Mitsunari Takeshita

ARACAJU

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder a vida e por me fazer forte o suficiente para ir em busca dos meus sonhos, sem desistir e sem desanimar frente as dificuldades da vida. Sem a tua presença Senhor, eu nada seria.

Aos meus familiares por todos amor, incentivo, orações, apoio e compreensão em todas as horas.

Agradeço também ao meu Prof. Dr. Wilton Mitsunari Takeshita pela dedicação em me ensinar sobre um tema até então desconhecida por mim.

Aos meus amigos e colegas de curso, futuros colegas de profissão, sou grata pelo incentivo e companheirismo, a mim dedicados.

Enfim, agradeço a todos que fizeram parte dessa trajetória acadêmica, todos os mestres, preceptores, ASB's. Obrigada pelo ensino, apoia, incentivo e dedicação.

RESUMO

Inteligência artificial (IA) é definida como a capacidade de imitar a função do cérebro. É uma tecnologia que utiliza o aprendizado de máquina (AM), representação de aprendizagem e aprendizagem profunda. Ademais, utilizam de algoritmos aprimorados para “conhecer” recursos de um grande volume de dados de saúde em seguida, poder contribuir na atividade clínica, proporcionando um resultado mais rápido, preciso, reduzindo assim os erros de diagnóstico. O objetivo desse trabalho é discorrer, por meio de uma revisão sistemática sobre o estado da arte na inteligência artificial na Radiologia Odontológica abordando questões referentes ao diagnóstico, vantagens e desvantagens. No presente estudo foram seguidos três estágios: definindo o objetivo, traçando o método de busca (PICO), realizando e identificando a literatura, selecionando artigos e extraindo dados. Na busca de evidências, as bases de dados consultadas foram: MEDLINE, PubMed, BBO, LILACS, BIREME, acadêmico do Google, e COCHRANE utilizando os seguintes operadores booleanos: “*Deep learning*”, “*machine learning*”, “*Radiology*”, “*Oral*”, “*Dental*”, “*Dentistry*”. Com a estratégia de pesquisa utilizada foram encontrados 800 artigos, seguindo os critérios de elegibilidade, 730 resumos foram analisados, 740 resumos excluídos do estudo, 11 textos completos e 10 estudos incluídos no trabalho. Concluiu-se que os resultados obtidos por meio desta revisão sistemática ratificam que tanto o aprendizado profundo quanto o aprendizado de máquina e rede neurais artificiais são um campo precursor que tem mostrado resultados animadores, principalmente pelo relevante auxílio prestado ao profissional inexperiente e por proporcionar um diagnóstico mais preciso e rápido.

Palavras-chave: inteligência artificial, aprendizagem profunda, aprendizado de máquina, radiologia.

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is defined as the ability to imitate brain function. It is a technology that uses machine learning (ML), learning representation and deep learning. In addition, they use improved algorithms to "know" resources of a large volume of health data and then contribute to clinical activity, providing a faster, more accurate result, thus reducing diagnostic errors. The objective of this work is to discuss, through a systematic review on the state of the art in artificial intelligence in dental radiology addressing issues related to diagnosis, advantages and disadvantages. In the present study three stages were followed: defining the objective, tracing the search method (PICO), performing and identifying the literature, selecting articles, extracting data. In the search for evidence the databases consulted were: MEDLINE, PubMed, BBO, LILACS, BIREME, Google academic, and COCHRANE using the following Boolean operators: Deep Learning, Machine Learning, Radiology, Oral, Dental, Dentistry. With the research strategy used, 800 articles were found, following the eligibility criteria, 730 abstracts were analyzed, 740 abstracts excluded from the study, 11 full texts and 10 studies included in the study. It was concluded that, the studies evaluated presented high performance in the results, showing quite efficient and beneficial to the patient.

Key words: artificial intelligence, deep learning, machine learning, radiology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVO	9
3 REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 Aprendizagem profunda.....	10
3.2 Aprendizado de máquina	11
3.3 Algoritmo genético (GA).....	11
3.4 Lógica fuzzy.....	12
3.5 Big data.....	12
3.6 Algoritmos de aprendizagem.....	12
3.7 Aprendizagem de representação.....	12
3.8 Assistentes virtuais.....	13
3.9 CAD	13
3.10 IA fraca e forte	14
3.11 Redes neurais artificiais.....	15
3.12 Vantagens e Desvantagens da utilização da Inteligência Artificial.....	16
3.13 Linguagem natural processamento de dados (PNL).....	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
5 RESULTADOS	19
6 DISCUSSÃO	23
7 CONCLUSÃO.....	26
8 REFERÊNCIA.....	27

1. INTRODUÇÃO

IA (Inteligência artificial) é um ramo da ciência da computação dedicado ao desenvolvimento de algoritmos de computador para realizar tarefas tradicionalmente associadas com inteligência humana, como a capacidade de aprender e resolver problemas. Isso inclui aprendizado de máquina (AM), representação aprendizagem e aprendizagem profunda (YAJI et al, 2018).

O tema da IA originou-se de programas de jogo e demonstração de teoremas e foi gradualmente progredido com teorias de várias disciplinas parentais. Foi enriquecido com uma ampla disciplina de conhecimento de Filosofia, Psicologia, Ciências Cognitivas, Ciência da Computação, Matemática e Engenharia (BAHAA et al, 2011).

O uso clínico da tecnologia da informação na profissão odontológica aumentou substancialmente nos últimos 10 a 20 anos. Empregar tecnologia, especialmente tecnologia de inteligência artificial, em aplicações médicas e odontológicas pode reduzir custos, tempo, experiência humana e erros médicos. Essa abordagem tem o potencial de revolucionar o cenário da saúde pública odontológica nos países em desenvolvimento (KHANNA, 2010).

IA envolve várias etapas ou competências como reconhecer padrões e imagens, entender linguagem aberta escrita e falada, perceber relações e nexos, seguir algoritmos de decisão propostos por especialistas, ser capaz de entender conceitos e não apenas processar dados, adquirir “raciocínios” pela capacidade de integrar novas experiências e, pois, se auto aperfeiçoar (“self learning”), resolvendo problemas, ou realizando tarefas (LOBO,2018).

Destaca-se o papel do CBR (Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por imagem) para que, por meio da informação, o colega radiologista possa ter uma visão crítica de novos produtos de inteligência artificial lançados pela indústria. O radiologista do futuro, que saiba trabalhar com a inteligência artificial, utilizando-a como preciosa ferramenta, com toda a certeza, se consolidará no mercado de trabalho (CARVALHO,2017).

A combinação da IA e os radiologistas, como uma forma de inteligência híbrida, promete alcançar níveis ainda mais altos de precisão no diagnóstico (LIEW, 2018). O impacto da inteligência artificial (IA) na rotina do radiologista deve ocorrer de maneira gradativa. Softwares fornecerão dados que não conseguimos extrair das imagens, e priorizarão exames de acordo com a gravidade (PREVEDELLO et al,2017).

Em determinadas áreas da Radiologia, a IA já está se mostrando capaz de gerar partes do laudo radiológico com descrição preliminar dos achados de imagem e mensuração de algumas lesões. Mas a principal contribuição do radiologista não está em simplesmente fornecer essas informações e sim integrá-las com os dados clínicos do paciente, contribuindo de forma mais holística no diagnóstico e tratamento individualizado do paciente (JHA et al,2016).

A IA avalia as radiografias não interpretados para as mais altas probabilidades de doença determinada por um algoritmo de acordo com o conteúdo de imagens, e determinar quais exame deve ser interpretado em primeiro lugar. IA pode detectar pequenas alterações nas imagens economizando tempo dos observadores e também pode ajudar recuperando dados prévios do paciente ou encontrar achados semelhantes em outras imagens, fornecendo uma lista de possibilidades (YAJI et al ,2018).

Jiang et al (2017), ressaltaram a importância de dados de cuidados de saúde antes que os sistemas de IA possam ser implantados em aplicações de saúde, porque eles precisam ser “treinados” por meio de dados gerados a partir de atividades clínicas, como triagem, diagnóstico, tratamento e assim por diante, para que possam aprender grupos semelhantes de sujeitos, associações entre características do assunto e resultados de interesse. Esses dados clínicos geralmente existem, mas não se limitam à forma de dados demográficos, anotações médicas, gravações eletrônicas de dispositivos médicos, exames físicos e laboratórios clínicos e imagens.

Neste contexto, o presente trabalho pretende mostrar por meio de uma revisão sistemática os resultados dos estudos que delineiam a inteligência artificial por meio da aprendizagem profunda, aprendizado de máquinas e redes neurais artificiais , definindo as vantagens e desafios a serem vencidos pela Radiologia odontológica .

2.OBJETIVO

2.1 GERAL

Apresentar o estado da arte da inteligência artificial (IA) na radiologia odontológica por meio de uma revisão sistemática.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 APRENDIZAGEM PROFUNDA

Aprendizagem profunda é um subcampo de aprendizagem de representação que depende de processamento múltiplo camadas (portanto, profundas) para aprender representações de dados com múltiplas camadas de abstração. Este algoritmo usa várias camadas para detectar recursos simples, como linha, borda e textura, para complexas formas, lesões ou órgãos inteiros em uma estrutura hierárquica. Base de qualquer interpretação radiológica é a eliminação lógica de possíveis diagnósticos. Neste contexto, a aprendizagem profunda pode potencialmente aprendendo uma representação normal hierárquica de um tipo específico de imagem de um grande número de exames normais (TANG et al,2018).

O aprendizado profundo permite que modelos computacionais compostos de múltiplas camadas de processamento aprendam representações de dados com múltiplos níveis de abstração. Esses métodos melhoraram drasticamente o estado da arte em reconhecimento de fala, reconhecimento de objetos visuais, detecção de objetos e muitos outros domínios, como descoberta de drogas e genômica. O aprendizado profundo descobre uma estrutura complexa em grandes conjuntos de dados usando o algoritmo de retro propagação para indicar como uma máquina deve alterar seus parâmetros internos que são usados para calcular a representação em cada camada da representação na camada anterior (LECUN et al ,2015).

A aprendizagem profunda mostra-se promissora para simplificar o trabalho de rotina dos profissionais de saúde e capacitar os pacientes, promovendo assim um paradigma mais seguro, mais humano e participativo para os cuidados de saúde. Faltam diferentes fontes de estimativas variáveis da quantidade de tempo profissionais de saúde em tarefas passíveis de alguma automação (por exemplo, triagem de imagens de alta qualidade) que poderia ser rededicada a maior número de especialistas em pesquisa e melhor fluxo de trabalho em o cenário clínico com implantação apropriada de IA (NAYLOR, 2018).

O aprendizado profundo se desenvolveu nos últimos anos e é capaz de extrair automaticamente recursos de imagem usando as informações de pixel originais como entrada. Esses novos algoritmos reduzem significativamente a carga de trabalho de especialistas humanos e podem extrair certos recursos que são difíceis de serem reconhecidos pelos humanos (CHEN et al,2019).

Logo, o aprendizado profundo refere-se a um poderoso subconjunto de técnicas de aprendizado de máquina que usa algoritmos inspirados pela estrutura e função do cérebro humano que são chamadas de redes neurais artificiais (MAYO et al, 2018).

3.2 APRENDIZADO DE MÁQUINA

O aprendizado de máquina é definido como a capacidade de fazer um agente aprender a tomar uma decisão com base em observações. No contexto biomédico, a ação desse agente é refletida por informações adicionais para auxiliar os dentistas na tomada de decisão. O manejo do paciente é atribuído a várias etapas, seja ao nível do diagnóstico, da escolha do tratamento ou também da intervenção cirúrgica (ALI et al , 2016).

O progresso recente no aprendizado de máquina foi impulsionado tanto pelo desenvolvimento de novos algoritmos e teoria de aprendizado quanto pela contínua explosão na disponibilidade de dados online e computação de baixo custo. A adoção de métodos de aprendizado de máquina intensivos em dados pode ser encontrada em toda a ciência, tecnologia e comércio, levando a mais tomadas de decisões baseadas em evidências em várias áreas da vida, incluindo saúde, manufatura, educação, modelagem financeira, policiamento e marketing (JORDAN et al, 2015).

A abordagem básica com toda a aprendizagem de máquina é segmentar os dados em conjuntos de dados de aprendizado e validação para desenvolver algoritmos de classificação altamente precisos (CROWN,2015).

O aprendizado de máquina é composto por duas grandes categorias de métodos: classificação e árvores de regressão. Ambos os conjuntos de métodos lidam facilmente com conjuntos de dados muito grandes. Eles podem incluir tanto qualitativos quanto variáveis preditoras quantitativas. E os métodos de classificação são particularmente capazes de lidar com dados ausentes ou esparsos. Isto é muito importante, especialmente se o nosso interesse é na previsão. Para estimar os efeitos do tratamento, no entanto, precisamos usar os métodos da categoria da árvore de regressão (CROWN,2015).

Aprendizado de máquina (AM) faz parte da pesquisa sobre IA que busca fornecer conhecimento para computadores através de dados e observações sem ser explicitamente Programado (FAGGELLA, 2017).

3.3 ALGORITMO GENÉTICO (GA)

Conforme leciona BAHAA et al (2011), um algoritmo genético (GA) é uma heurística de busca que imita o processo de evolução natural. Essa heurística é usada rotineiramente para gerar soluções úteis para otimização e pesquisa problemas. Algoritmos genéticos pertencem à

classe maior de algoritmos evolutivos (EA), e geram soluções para problemas de otimização usando técnicas inspiradas em evolução, como herança, mutação, seleção e cruzamento.

3.4 LÓGICA FUZZY

Lida com conjuntos e conectivos lógicos para modelar o humano como problemas de raciocínio do mundo real. (BAHAA et al ,2011).

A lógica fuzzy foi aplicada às ciências dentárias e médicas (Sims-Williams et al,1987), a fim construir sistemas que possam inferir recomendações precisas para resolver problemas que possuem propriedades incertas. Brown et al. (1991) aplicaram a lógica difusa para resolver problemas ortodônticos em um sistema especialista, projetado para fornecer aconselhamento para o tratamento planejamento de más oclusões de Classe II (BAHAA et al , 2011).

3.5 BIG DATA

Big data está sendo gradualmente introduzido no sistema de atenção à saúde, como já influi em áreas como consumo, serviços bancários e financeiros, logística e gestão de capital humano. Dados de prevalência, incidência e evolução de enfermidades, permitiriam gerar dados estatísticos, antecipar surtos epidêmicos e prescrever ações preventivas (LOBO,2018).

O campo da inteligência artificial é em grande parte impulsionada por big data, ou seja, grandes quantidades de dados agora estão facilmente disponíveis em muitos campos na web, coletados por dispositivos inteligentes ou, no caso dos serviços de saúde, por meio de registros de saúde em grande escala disponíveis eletronicamente (MAHMOOD, 2018).

3.6 ALGORITMOS DE APRENDIZAGEM

São componentes potencialmente úteis de sistemas de diagnóstico assistido por computador e de apoio à decisão (CHARTRAND et al., 2018).

3.7 APRENDIZAGEM DE REPRESENTAÇÃO

A aprendizagem de representação é um conjunto de métodos que permite que uma máquina ser alimentado com dados brutos e descobrir automaticamente as representações necessário para detecção ou classificação (LECUN et al, 2015).

é um subtipo de ML (Aprendizado de máquina) em que o algoritmo de computador aprende o recursos necessários para classificar os dados fornecidos (TANG A et al, 2018).

Durante a última década, o aprendizado de representações, um subdomínio do aprendizado de máquina, experimentou um enorme retorno, particularmente no domínio da visão computacional. Esses algoritmos de representações permitiram principalmente cruzar um passo significativo no que diz respeito ao reconhecimento de objetos e ao reconhecimento de fala. (BEN et al , 2016).

3.8 ASSISTENTES VIRTUAIS

Que aplicam software de Inteligência Artificial estão ajudando os dentistas a diagnosticar os casos com precisão e trate os pacientes de forma eficiente sem perder nenhuma informação genética relevante. Mesmo com estes avanços surpreendentes. A inteligência artificial encontra-se incipiente e de maneira alguma pode substituir a inteligência e a habilidade humana. (KHANNA et al, 2017).

O software AI pode documentar todos os dados necessários e apresentá-los ao dentista muito mais rápido e mais eficiente do que umas contrapartes humanas, por exemplo: coletando todos os registros dentários, fotografias orais extras e radiografias necessárias para diagnosticar qualquer condição (KHANNA et al, 2017).

3.9 CAD (DIAGNÓSTICO ASSISTIDA POR COMPUTADOR)

Uma maneira de melhorar o desempenho da IA é aumentar a quantidade de dados de treinamento de aplicações que tem sido proposto pelo CAD (diagnóstico assistida por computador), o qual apresenta quatro objetivos: ter custos incrementais insignificantes (RNAs), melhorar o desempenho do radiologista, economizar tempo e integrar-se perfeitamente ao fluxo de trabalho (MAYO et al, 2018).

CAD também é útil na detecção e avaliação de lesões dentárias e maxilofaciais. Identificar a reabsorção óssea alveolar devido à periodontite e lesões radiolúcidas da mandíbula (como cistos radiculares e dentígeros) são objetivos importantes para DAC. O CAD pode ser aplicado não apenas à radiografia panorâmica, mas também às imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) (KATSUMATA et al, 2014).

De acordo com Katsumata et al (2014.) , a inflamação nos seios paranasais é frequentemente causada por rinite alérgica ou infecções do trato respiratório superior. O sinal radiológico fundamental da sinusite maxilar é a radiopacidade do tecido mole equivalente. O seio maxilar radiopaco pode ser visto não apenas em sinusites, mas também em casos de tumores odontogênicos, carcinoma do seio maxilar ou cistos de retenção do muco maxilar. A detecção desses

achados em radiografias panorâmicas não é fácil para os dentistas em geral. A confiabilidade diagnóstica das radiografias panorâmicas dos distúrbios no seio maxilar permanece controversa entre os radiologistas, pois não é fácil identificar pequenas diferenças na radiopacidade dos seios maxilares. No entanto, um algoritmo de computador CAD deve ser capaz de avaliar quantitativamente a densidade do seio.

Existem muitos fatores de risco e determinantes importantes relacionados à presença de cáries, e é claro que quanto maior o grau de exposição ao risco, maior a probabilidade de desenvolvê-lo. Devido à dificuldade de representar o controle da incidência de cárie devido a sua alta prevalência e ao grande número de fatores que podem influenciar esse estado, atualmente, alguns estudos implementaram algoritmos e realizaram análises baseadas em diagnóstico auxiliado por computador (CAD) onde modelos de previsão são usados quando é necessário conhecer no futuro o comportamento de dados complexos altamente relacionados; estes têm utilidades em odontologia clínica e de pesquisa (CALZADA et al, 2018).

Para aumentar a eficiência da análise óptica e radiológica, a ciência da computação sugere o uso de sistemas CAD odontológicos que permitem não apenas a detecção de cáries, mas também sua classificação, dependendo da profundidade estimada de uma lesão (BANDURA, 2018).

3.10 IA FRACA E FORTE

A coexistência dos conceitos de IA forte e fraca pode ser vista como um resultado do reconhecimento dos limites dos conceitos matemáticos e de engenharia que dominavam definições de AI em primeiro lugar (JOO et al, 2018).

O IA pode ser classificada como fraca, quando resolve um problema específico, e, por outro lado, traduz-se como forte, quando algoritmos e máquinas conseguem, além de solucionar um problema específico, interagir com um novo desafio. Cada vez mais, o objetivo é uma aproximação da inteligência humana, onde se tenta mimetizar a camada neurocortical do cérebro. Isto tem evoluído, porque possuímos cada vez mais dados para a alimentação dos computadores, pois, hoje, somos digitais (CARVALHO, 2017).

3.11 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS (RNAs)

As redes neurais são compostas de elementos simples que operam em paralelo. Esses elementos são inspirado por sistemas nervosos biológicos. Como na natureza, a função de rede é determinada em grande parte pelas conexões entre os elementos. Você pode treinar uma rede

neural para executar uma função particular ajustando os valores das conexões (pesos) entre elemento (BAHAA et al,2011).

As RNAs apresentam três elementos principais: (1) um conjunto de sinapses ou conexões, caracterizado por um “peso”, onde o sinal de entrada é conectado a um neurônio através de seu produto com o peso dessa conexão; (2) um adicionador, que adiciona as contribuições de um sinal ponderado por todos os pesos; e (3) uma função de ativação, que é equivalente a uma função de transferência, afetando os neurônios, permitindo limitar a amplitude da saída da rede, fornecendo uma faixa permissível para o sinal de saída em termos de valores finitos. Entre as funções de ativação mais comuns estão a função de unidade linear, quadrática, geométrica, logística e retificada, entre outras (CALZADA et al,2018).

As RNAs são modelos não lineares semiparamétricos, que permitem a integração de variáveis e manipulam facilmente grandes quantidades de dados em comparação com análises lineares. Eles possuem elementos de processamento ou neurônios, que são as unidades do sistema que podem ser ajustadas ou treinadas por meio de um processo de aprendizado e generalização. A informação de cada um desses neurônios é agrupada e processada (CALZADA et al,2018).

Além do diagnóstico de cárie dentária visualmente confirmada e dentes impactados, estudos aplicando aprendizado de máquina baseado em redes neurais artificiais para tratamento odontológico através de análise de ressonância magnética dental, tomografia computadorizada e radiografias cefalométricas estão em andamento, e alguns resultados visíveis estão surgindo um ritmo rápido de comercialização (JOO et al,2018).

O uso de uma RNA pode determinar se o paciente apresenta um estado ótimo de saúde ou com a presença de reparos ou cárie, obtendo um sistema de classificação que permite conhecer as diferenças nas características que afetam a população, bem como buscar a previsão futura de saúde bucal (CALZADA et al,2018).

3.12 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Vantagens da Inteligência Artificial para JIANG et al.(2017):

- usa algoritmos sofisticados para “aprender” recursos de um grande volume de dados de saúde e, em seguida, usar os insights obtidos para auxiliar a prática clínica;
- pode ser equipado com habilidades de aprendizado e autocorreção para melhorar sua precisão com base no feedback;

- pode ajudar a reduzir erros diagnósticos e terapêuticos que são inevitáveis na clínica humana ;
- como extrai informações úteis de uma grande população de pacientes para auxiliar na realização de inferências em tempo real para o alerta de riscos à saúde e a previsão dos resultados de saúde.

(JHA et al, 2016)

- Um menor tempo necessário para laudar exames implica em um maior tempo para a atenção direta ao paciente;

(MAJUMDAR et al, 2018)

- IA pode servir como uma modalidade útil no diagnóstico e tratamento de lesões da cavidade oral ;
- Pode ser empregada na triagem e classificação de mucosa oral alterada suspeita submetida a alterações pré-malignas e malignas;
- A IA, quando integrada à endodontia, pode preparar mecanicamente os canais radiculares com precisão;

(KALAPPANAVAR et al, 2018)

- Precisão no diagnóstico;
- Padronização de procedimentos;
- Economiza tempo;

(KHANNA et al,2017)

- No campo da ortodontia, o software pode realizar uma série de análises em radiografias e fotografias que auxiliam no diagnóstico e planejamento;
- No campo da implantologia e cirurgia, AI software ajudou a planejar cirurgias para os menores detalhe antes da cirurgia real;

Apesar dos efeitos positivos demonstrados algumas desvantagens podem ser apontadas (KALAPPANAVAR et al,2018):

- a complexidade do mecanismo;
- (KHANNA e DHAIMADE, 2017):

- custo envolvido na configuração;

(MARQUES, 2017):

- Por se tratar de uma tecnologia relativamente nova, a Inteligência Artificial ainda traz questionamentos éticos, sociais e morais quanto ao seu uso;
 - Para operar e manter o funcionamento de algumas máquinas e sistemas, é necessário pessoas especializadas;

3.13 LINGUAGEM NATURAL PROCESSAMENTO DE DADOS (PNL)

A maioria dos relatórios de radiologia é escrita em prosa em vez de listas, necessitando de longas horas de digitação editado por parte dos radiologistas para elaborá-los, que devem ser gramaticalmente precisos. Linguagem natural processamento de dados (PNL) e geração de Linguagem natural ajudaria a reduzir muito disso por meio da melhoria da tecnologia o de reconhecimento de fala ou criando relatórios a partir de imagens presentes ao digitalizar. Esta é uma tarefa muito mais difícil que envolveria amalgamação com aprendizagem de máquina de classificação de imagem (LIEW, 2018).

Detecção de erros semânticos em relatórios: a PNL ajudaria a "entender" o corpo do relatório de Radiologia e conceituar o que o radiologista está tentando transmitir à equipe clínica (LIEW, 2018).

Mineração de dados para pesquisa: um rico tesouro de dados reside em relatórios radiológicos históricos que são armazenados em saúde eletrônica bancos de dados de registros em todo o mundo. Esses dados podem ser extraídos com PNL para criar bancos de dados pesquisáveis classificados por tipos de doenças entidades, conceitos, palavras-chave (LIEW, 2018).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de responder a questão: “QUAL O ESTADO DA ARTE DA IA NA RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA?”, uma pesquisa sistemática da literatura foi realizada a fim de fornecer a melhor e mais válida resposta. No presente trabalho três etapas foram seguidas: definição do objetivo, traçar o método de busca, realizar e identificar a literatura, selecionar artigos, extração dos dados.

Em busca da evidência, as bases de dados consultadas foram: BBO, PubMed, BIREME, Google acadêmico, e COCHRANE usando os seguintes operadores booleanos: “*AI*”, “*Deep learning*”, “*machine learning*”, “*Radiology*”, “*Oral*”, “*Dental*”, “*Dentistry*”.

Foi necessário selecionar e revisar os estudos. Em virtude disso, foram utilizados critérios de inclusão e exclusão, para que todos os artigos, pesquisas científicas e estudos estivessem presentes na revisão sistemática, contribuindo para o conhecimento do presente tema, com as comprovações e informações recentes, que foram determinadas estudando os trabalhos a respeito do assunto.

Para a identificação dos estudos incluídos na presente revisão, a estratégia de busca PICOS foi elaborada, a qual consiste numa combinação de palavras e termos relacionados ao assunto abordado, limitada a estudos com humanos: “*AI or deep learning or machine learning and Radiology and Oral or Dental or Dentistry*”.

Os títulos de todos os estudos encontrados como resultados das combinações dos descritores citados, foram analisados, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Os estudos persistentes à exclusão pelo título tiveram os seus resumos lidos por dois examinadores. Nova exclusão foi realizada e os artigos selecionados pelo resumo foram analisados por completo pelos mesmos pesquisadores. Destes, foram selecionados apenas os estudos que satisfazem claramente os critérios de inclusão. Todo o processo de seleção foi executado por dois avaliadores.

5. RESULTADOS

Com a estratégia de pesquisa utilizada foram encontrados 800 artigos, seguindo os critérios de elegibilidade, 760 resumos foram analisados, 740 resumos excluídos do estudo, 11 textos completos e 10 estudos incluídos no trabalho .

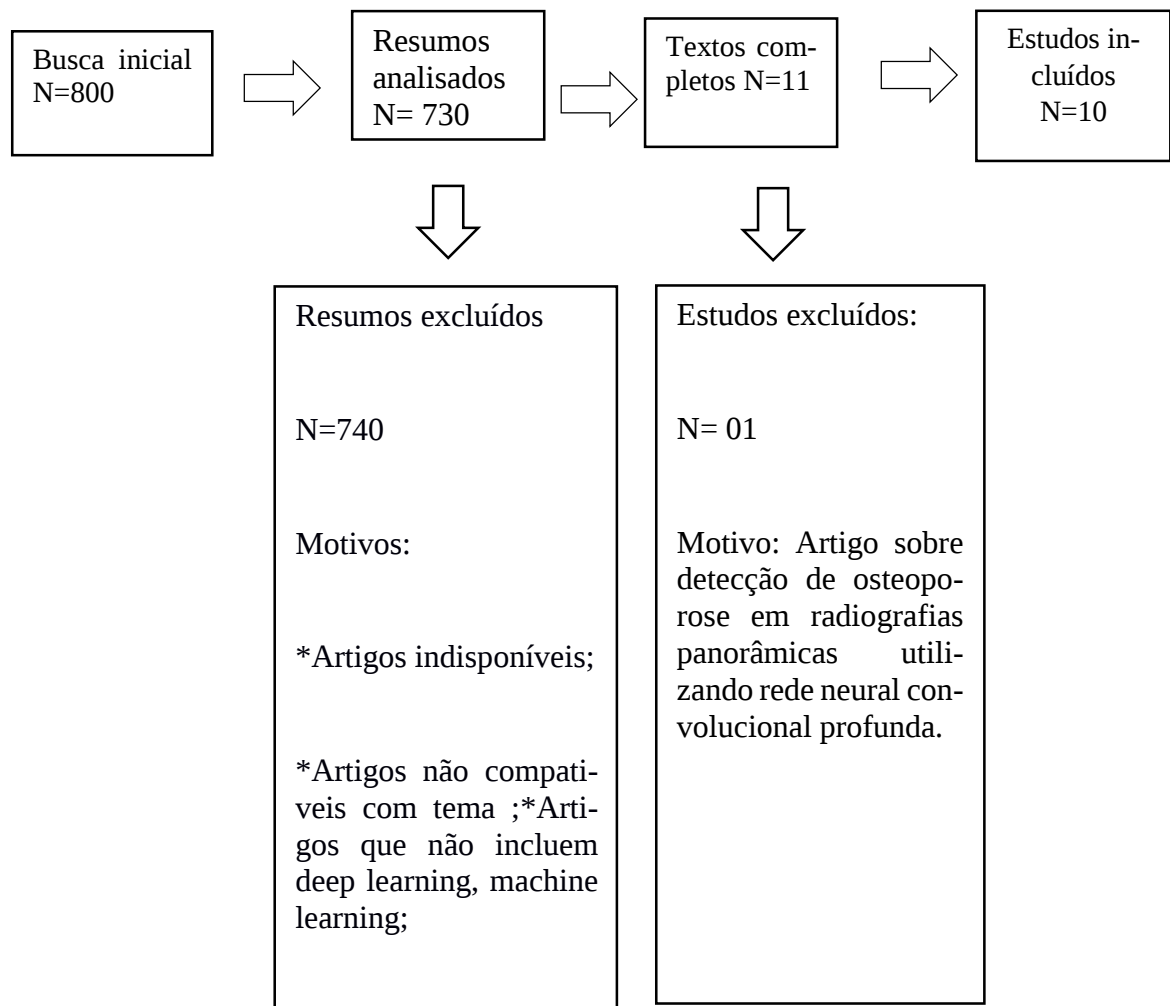


Figura 1 – Fluxograma da estratégia de busca.

Tabela 1 – Principais conclusões dos manuscritos selecionados.

Authors	Topic	Conclusions
Kise et al., 2019	A deep learning system for detection of Sjögren's syndrome (SjS)	The deep learning system showed a high diagnostic performance for SjS, suggesting that it could possibly be used for diagnostic support when interpreting CT images.
Kim et al., 2019	Deep learning-based survival prediction of oral cancer patients.	A survival plan based on deep apprenticeship can lead to the need for guidance and guidance to doctors in the selection of treatment options for a better survival and prevention of unnecessary treatments.
Liew, 2018	The future of radiology augmented with Artificial Intelligence: A strategy for success.	Increased radiology increases the value of radiologists economically as well as socially: for our patients and for the multidisciplinary, healthcare team .
Tobel et al., 2017	An automated technique to stage lower third molar development on panoramic radiographs.	The overall performance of the presented automated pilot technique to stage lower third molar development on panoramic radiographs was similar to staging by human observers.

Kallappanavar et al., 2018	Artificial intelligence: A dentist's perspective	Hence, understanding the various concepts and the techniques involved will have a clear advantage in the future when it is time to adapt to the change with redefined roles for a rewarding practice.
Jung et al., 2016	New approach for the diagnosis of extractions with neural network machine learning.	Suggests that artificial intelligence expert systems with neural network machine learning could be useful in orthodontics.
Shankarapillai et al., 2010	Periodontitis Risk Assessment using two artificial Neural Networks-A Pilot Study.	A neatly well-designed neural network with the reverse propagation algorithm of Levenberg Marquardt can effectively be used for prediction of periodontite risco.

6. DISCUSSÃO

A Inteligência artificial (IA) é um avanço no campo da tecnologia que está cativando a mente dos pesquisadores em todo o mundo. Embora, de forma alguma, a IA possa substituir o papel de um profissional, é de suma importância estar ciente das possibilidades de integrar essa tecnologia no futuro a uma prática gratificante e bem-sucedida. (KALAPPANAVAR et al,2018).

Contrapondo-se aos achados expressivos de Kalappanavar et al (2018), especialistas em Inteligência Artificial (IA) alertaram que os radiologistas podem em breve estar desempregados, um deles sendo ninguém menos que o grande mestre da aprendizagem profunda, Geoffrey Hinton. (LIEW, 2018).

Os resultados do estudo de Kise et al (2019), mostraram que o sistema de aprendizagem profunda apresentou um alto desempenho diagnóstico para a síndrome Sjögren (SjS) ao interpretar imagens de TC. A precisão, sensibilidade e especificidade da aprendizagem profunda do sistema foram respectivamente 96,0%, 100% e 92,0%. Quanto aos radiologistas experientes, os valores correspondentes foram 98,3%, 99,3% e 97,3%, enquanto aqueles de radiologistas inexperientes foram 83,5%, 77,9% e 89,2%. Logo, o presente estudo ressaltou a importância do sistema de aprendizagem profunda como suporte diagnóstico para radiologistas inexperientes na prática clínica, visto que para o radiologista experiente não houve mudança significativa ao interpretar imagens TC por meio do sistema aprendizagem profunda.

Murata et al (2018), também utilizaram um sistema de aprendizagem profunda em seu estudo, mas para avaliar a sinusite maxilar em radiografias panorâmicas, o qual apresentou alto desempenho, com acurácia de 87,5%, sensibilidade de 86,7%, especificidade de 88,3% e AUC de 0,875. Esses valores não apresentaram diferenças significativas em comparação aos dos radiologistas e foram superiores aos dos residentes em odontologia. Observaram que, com o apoio do sistema DAC (detecção assistida por computador), o desempenho do diagnóstico de observadores inexperientes usando imagens panorâmicas foi melhorado à semelhança dos experientes.

Outro fator importante que exige prudência e conhecimento profissional é que a raiz distal do primeiro molar inferior ocasionalmente tem uma raiz extra, o que pode afetar diretamente o resultado da terapia endodôntica. Em vista disso, foi realizado um estudo de imagens de TCFC e radiografias panorâmicas no qual 400 pacientes de 760 primeiros molares inferiores que foram analisados, não foram submetidos a tratamentos endodônticos. Raízes distais foram

examinadas em imagens de CBCT para determinar a presença de uma raiz única ou extra. Fragmentos de imagem das raízes foram segmentados a partir de radiografias panorâmicas e aplicados a um sistema de aprendizagem profunda, e seu desempenho de diagnóstico na classificação da morfologia da raiz foi examinado. Nesse estudo, o sistema de aprendizagem profunda teve acurácia de diagnóstico de 86,9 % para determinar se as raízes distais eram únicas ou tinham raízes supranumerárias, mostrando-se altamente eficiente no diagnóstico diferencial de raiz única ou extra nas raízes distais dos primeiros molares inferiores (HIRAIWA et al,2018).

Lee et al (2018), reportaram um caso de algoritmos CNN profundos para detecção e diagnóstico de cárie dentária em radiografias periapicais. Um total de 3000 imagens radiográficas periapicais foram divididas em um conjunto de dados de treinamento e validação ($n = 2400$ [80%]) e um conjunto de dados de teste ($n = 600$ [20%]). As precisões diagnósticas dos modelos de pré-molar, molar e ambos os pré-molares e molares foram 89,0% (80,4-93,3), 88,0% (79,2-93,1) e 82,0% (75,5-87,1), respectivamente. O algoritmo CNN profundo obteve uma acurácia de 0,917 (IC 95% 0,860–0,975) no pré-molar, uma acurácia de 0,890 (IC 95% 0,819–0,961) no molar e uma acurácia de 0,845 (IC 95% 0,790–0,901) em ambos modelos pré-molares e molares. Dessa maneira, espera-se que os algoritmos Deep CNN estejam entre os métodos mais eficazes e eficientes para diagnosticar a cárie dentária.

No que diz respeito às redes neurais artificiais, se adequadamente treinadas podem ser um benefício para os diagnosticadores, especialmente em condições com etiologia multifatorial como a ulceração aftosa. Em um estudo com 86 participantes foram usados para construir e treinar uma rede neural para prever os fatores que parecem estar relacionados à ocorrência de úlceras aftosas recorrentes. Quando isso foi testado ainda com dados não treinados de 10 participantes, os resultados revelaram previsões mais precisas, como sexo, hemoglobina, vitamina B12 sérica, ferritina sérica, folato de glóbulos vermelhos, contagem de colônias candidíase salivar, frequência de escovação dentária e número de frutos ou os vegetais consumidos estão relacionados à ulceração aftosa recorrente e apropriados para uso como dados de entrada para a construção de RNAs (KALAPPANAVAR et al ,2018).

Kim et al (2019), compararam um método de previsão de sobrevivência, baseado em aprendizagem profunda, em pacientes com carcinoma de células escamosas (CCS) e validaram seu desempenho. A predição de sobrevivência usando DeepSury, um algoritmo de predição de sobrevivência baseado em aprendizagem profunda, foi comparado com floresta de sobrevivência aleatória (RSF) e o modelo de risco proporcional de Cox (CPH). O DeepSurv apresentou o melhor desempenho entre os três modelos. Assim, a previsão de sobrevivência baseada em

aprendizagem profunda pode melhorar a precisão da previsão e orientar os médicos na escolha de opções de tratamento para uma melhor sobrevida e na prevenção de tratamentos desnecessários. Dessa forma, os autores concluíram que os pacientes se beneficiarão dessas novas técnicas, embora apenas se os clínicos as aprenderem e aplicarem.

Em relação ao aprendizado de máquina de redes neurais mostrou alto desempenho no diagnóstico de extrações qual pode ser útil na Ortodontia para planejamento do tratamento no momento de decisão sobre as extrações e os dentes a serem extraídos. Porém, a limitação deste estudo foi a ambigüidade do índice de protrusão, não pôde incluir casos com dentes perdidos, padrões de extração incomuns (JUNG et al ,2016).

Para Shankarapillai et al (2010), a Levenberg Marquardt, além de ser consideravelmente melhor do que o algoritmo gradiente conjugado escalado, pode ser usada como uma alternativa viável para prever risco de futura destruição periodontal em ambientes clínicos rotineiros onde a opinião clínica especializada pode não estar prontamente disponível. Logo, uma rede neural adequadamente treinada com o algoritmo de propagação reversa de Levenberg Marquardt pode ser usada para predição do risco de periodontite, tendo em vista a capacidade comprovada de precisão, reprodutibilidade e padronização global do sistemas de aprendizado de máquina.

Com relação aos estudos analisados pelos autores Kise et al (2019), Murata et al (2018), Kim et al (2019) e Hiraiwa et al (2018), a aprendizagem profunda se mostrou bastante positiva e de um ganho muito grande na prática clínica odontológica seja para avaliar a sinusite maxilar em radiografias panorâmicas como na terapia endodôntica e síndrome Sjogren, bem como em pacientes com carcinoma de células escamosas (CCS). Em vista desses resultados, os profissionais que a utilizam mostram-se esperançosos no aprimoramento e detecção de outras patologias.

Assim como Lee et al (2018) e Shankarapillai et al (2010), os quais utilizaram a inteligência artificial, por meio dos algoritmos, respectivamente, no diagnóstico de cárie dentária e para detectar o risco futura da destruição periodontal, mostrando-se altamente eficiente no tratamento, sendo certo que a referida tecnologia traz benefício ao paciente, reduz erros de diagnóstico e proporciona economia tempo.

7. CONCLUSÃO

É necessário que o Cirurgião dentista tenha um pleno conhecimento sobre a inteligência artificial para que possa atingir melhores resultados clínicos.

Portanto, os resultados obtidos por meio desta revisão sistemática ratificam que tanto o aprendizado profundo quanto o aprendizado de máquina e rede neurais artificiais são um campo precursor que tem mostrado resultados animadores, principalmente pelo relevante auxílio prestado ao profissional inexperiente e por proporcionar um diagnóstico mais preciso e rápido, características estas que contribuem para melhor qualidade no atendimento.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ariji E , Fujita H, Fukuda M, Hiraiwa T, Katsumata A, Kise Y et al. A deep-learning artificial intelligence system for assessment of root morphology of the mandibular first molar on panoramic radiography. *Dentomaxillofacial Radiol*; 2018;48(3):2-6.
2. Ariji Y, Fujii T, Fukuda M, Ikeda H, Katsumata A, Kise Y et al. Preliminary study on the application of deep learning system to diagnosis of Sjögren's syndrome on CT images. *Dentomaxillofacial Radiology*;2019; 5-6.
3. Choi SH , Jeong SN, Kim DH, Lee JH. Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *Journal of Dentistry*;2018; 77: 106-107.
4. Liew C. The future of radiology augmented with Artificial Intelligence: A strategy for success. *European Journal of Radiology* ;2018; 102: 152-156.
5. Mathur A ,Mathur LK, Nair MA, Shankarapillai R . Periodontitis Risk Assessment using two artificial Neural Networks-A Pilot Study. *International journal of dental clinics*; 2010;2(4):37-39.
6. Kalappanavar A, Sneha S, Annigeri, RG. Artificial intelligence: A dentist's perspective *.Journal of Medicine, Radiology, Pathology & Surgery*;2018; 5(2) : 2-4.
7. Ariji Y, Fujita H, Kise Y, Katsumata A, Murata M, Ohashi Y et al. Apply a deep-learning system for diagnosis of maxillary sinusitis on panoramic radiography. *Oral Radiology*; 2018; 1-7.
8. Jung SK, Kim TW. New approach for the diagnosis of extractions with neural network machine learning. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*;2016;149(1):127-133.
9. Kim DW , Lee S, Kwon S, Nam W, Cha IH, Kim HJ. Deep learning-based survival prediction of oral cancer patients. *Scientific Reports*;2019; 9:3-4.
10. Bahaa K, Noor G, Yousif, Y. The Artificial Intelligence Approach for Diagnosis, Treatment and Modelling in Orthodontic. *Int Open*. 2011: 452. [Acesso em 10 de jan. 2019]. Disponível em: <<http://cdn.intechweb.org/pdfs/24362.pdf>>
11. Chartrand G, Cheng PM, Drozdal M, Turcotte S, Tang A, Pal CJ et al. Deep Learning: A Primer for Radiologists. *RadioGraphics*. 2017; 37(7): 2113-2129.
12. Chen Hu, Zhang K, Lyu P, Li H, Zhang L, Wu Ji et al. A deep learning approach to automatic teeth detection and numbering based on object detection in dental periapical films. *Nature*.2019;2.

13. Crown WH. Potential Application of Machine Learning in Health Outcomes Research and Some Statistical Cautions. *Value in health*.2015;18(2): 137-140.
14. Faggella D. What is machine learning? *Techemergence*. 2017. [acesso em 1 de fev 2019]. Emerj. Disponível em: <<https://www.techemergence.com/what-is-machine-learning/>>.
- 15.Jha S, Topol EJ. Information and Artificial Intelligence. *Journal of the American College of Radiology*.2018;15(3):509-511.
- 16.Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *S and Vasc Neur*. 2017; 60 (4): 230-231.
- 17.Joo PW, Park JB. History and application of artificial neural networks in dentistry. *Euro J Dent*. 2018; 12 (4): 600.
- 18.Jordan MI, Mitchell TM. Machine learning: Trends, perspectives, and propects. 2015;349(6245):255-260.
19. Jung SK, Kim TW.New approach for the diagnosis of extractions with neural network machine learning.*American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*;2016;149(1):127-133.
- 20.Kalappanavar A, Sneha S, Annigeri, RG. Artificial intelligence: A dentist's perspective .*Journal of Medicine, Radiology, Pathology & Surgery*;2018; 5(2) : 2-4.
- 21.Katsumata A, Fujita H. Progress of computer-aided detection diagnosis (CAD) in dentistry. *Jap Dent Science*. 2014; 50 (3): 64-67.
- 22.Khanna S. Artificial intelligence: contemporary applications and future compass. *J Int Dent*. 2010; 60 (4): 269.
- 23.Khanna SS, Dhaimade P.A. Artificial Intelligence: Transforming Dentistry Today. *J Ind Basic Ap Med Research*. 2017; 6 (3): 161-164.
24. Kim DW , Lee S, Kwon S, Nam W, Cha IH, Kim HJ. Deep learning-based survival prediction of oral cancer patients. *Scientific Reports*;2019; 9:3-4.
25. Liew C. The future of radiology augmented with Artificial Intelligence: A strategy for success. ,*European Journal of Radiology* ;2018; 102: 152-156.
26. Lobo LC. Artificial Intelligence, the Future of Medicine and Medical Education. *Revista brasileira de educação médica*.2018. [acesso em 7 março 2019]. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbem/v42n3/1981-5271-rbem-42-3-0003.pdf>>.

27. Mathur A, Mathur LK, Nair MA, Shankarapillai R. Periodontitis Risk Assessment using two artificial Neural Networks-A Pilot Study. *International journal of dental clinics*; 2010;2(4):37-39.
28. Majumdar B, Sarode SC, Sarode GS, Patil S. Technology: Artificial intelligence. *J Brit Dent*. 2018; 224 (12): 916.
29. Mahmood ST. Role of Big Data and Machine Learning in Diagnostic Decision Support in Radiology. *J the Americ Col of Rad*. 2018; 15 (3) :569-576.
30. Mayo CR, Leung J. Artificial intelligence and deep learning - Radiology's next frontier? *Clinic Imag*. 2017; 49 : 87-88.
31. Marques JR. Inteligência Artificial: vantagens e desvantagens quanto ao seu uso. Portal IBC2017.[acesso em 4 de fev].Disponível em :< <https://www.ibccoaching.com.br/portal/artigos/inteligencia-artificial-vantagens-desvantagens-quanto-seu-uso/>.
32. Naylor CD. On the Prospects for a (Deep) Learning Health Care System. 2018; 320 (11): 1100.
33. Paiva OA, Prevedello LM. O potencial impacto da inteligência artificial na radiologia. *Col Br de Rad e Diag por Imag*. 2017; 50 (5). [Acesso em 1 de fev. 2019]. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/rb/v50n5/pt_0100-3984-rb-50-05-000V.pdf>.
34. Tang A, Tam R, Chênevert AC, Guest W, Chong J, Barfett J et al. White Paper On Artificial Intelligence In Radiology. *Assoc Canad Rad*. 2018; 69 (2): 122.
35. Yaji A, Prasad S, Pai A. Artificial Intelligence in Dento-Maxillofacial Radiology. *Act Scient Dent Scienc*. 2018; 3 (1): 116-118.

