

## A importância da inteligência artificial na radiologia: uma revisão sistemática da literatura

### Importance of artificial intelligence in radiology: a systematic literature review

DOI:10.34119/bjhrv5n4-056

Recebimento dos originais: 14/04/2022

Aceitação para publicação: 30/06/2022

#### **Wilson Seraine Silva Filho**

Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática

Instituição: Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Endereço: R. Álvaro Mendes, 94, Centro, Teresina - PI, CEP: 64000-040

E-mail: wilsonseraine@hotmail.com

#### **Ronielson Manoel Sousa de Oliveira**

Tecnólogo em Radiologia

Instituição: Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Endereço: R. Álvaro Mendes, 94, Centro, Teresina - PI, CEP: 64000-040

E-mail: roni.ronielsonsousa10@gmail.com

#### **RESUMO**

A inteligência artificial (IA) é um ramo da ciência da computação que se propõe a desenvolver sistemas que simulem a capacidade humana na percepção de um problema, identificando seus componentes e, com isso, resolvê-los, afim de propor/tomar decisões. Neste aspecto é importante verificar os sistemas computadorizados de apoio à decisão clínica que tem indicado um alto grau de acurácia em suas propostas na Radiologia. Objetivo: Descrever a importância da inteligência artificial na radiologia, por meio de uma revisão sistemática da literatura. Metodologia: O levantamento de dados foi realizado através das principais bases de dados: SciELO (Scientific Electronic Library Online), Medline, PubMed e PubMed Central, Biblioteca Virtual de Saúde-BVS, utilizando como descritores: inteligência artificial, diagnóstico por imagem e Radiologia. O período da pesquisa foi de dezembro de 2020 a julho de 2021. Como critérios de inclusão foram selecionados artigos originais, escritos em português e inglês, publicados no período de 2018 à 2021. Resultados: É necessário que o profissional se adapte ao mundo inovador da IA para que possa acompanhar a velocidade de informações processadas e expostas a serem interpretadas, afim de que haja preparo e eficácia no diagnóstico do paciente. Conclusão: Diante da pesquisa, conclui-se que tendo em vista a importância da inteligência artificial no diagnóstico por imagem, esta faz um exímio trabalho no que tange a fornecer menores riscos para o paciente que necessita de exames mais precisos, além de não substituir o trabalho do radiologista ou médico, apenas tem de possuir um desempenho próximo do especialista.

**Palavras-chave:** inteligência artificial, diagnóstico por imagem, radiologia.

#### **ABSTRACT**

Artificial intelligence (AI) is a branch of computer science that proposes to develop systems that simulate the human capacity in the perception of a problem, identifying its components and, therefore, solving them, in order to propose / make decisions. In this aspect, it is important

to verify the computerized clinical decisions support systems that have indicated a high degree of accuracy in their proposes in Radiology. Objective: To describe the importance of artificial intelligence in Radiology, through a systematic literature review. Methodology: The data survey was carried out through the main databases: SciELO (Scientific Electronic Library Online), Medline, PubMed and PubMed Central, Virtual Health Library-VHL, using as descriptors: artificial intelligence, imaging diagnosis and Radiology. The research period was from December 2020 to July 2021. As inclusion criteria, original articles, written in Portuguese and English, published between 2018 and 2021, were selected. Results: It is necessary for professional to adapt to the innovative world of AI so that they can follow the speed of processed and exposed information to be interpreted, so that there is preparation and effectiveness in the patient's diagnosis. Conclusion: In view of the research, it is concluded that, given the importance of artificial intelligence in imaging diagnosis, it does an excellent job in terms of providing lower risks for the patient who needs more accurate exams, in addition to not replacing the radiologist or doctor's job, it just has to have a performance close to the specialist.

**Keywords:** artificial intelligence, diagnostic imaging, radiology.

## 1 INTRODUÇÃO

Inteligência artificial (IA) é um ramo da ciência da computação que se propõe a desenvolver sistemas que simulem a capacidade humana na percepção de um problema, identificando seus componentes e, com isso, resolver problemas e propor/tomar decisões. Outra definição de Inteligência Artificial indica que seria a criação de sistemas inteligentes de computação capazes de realizar tarefas sem receber instruções diretas de humanos (os “robôs” são exemplos disso). “Robôs” seguem uma programação computadorizada de movimentos e ações conformando, desde logo, a definição de Inteligência Artificial (LOBO, 2018).

McCulloch e Pitts (1943) realizaram o primeiro grande trabalho do descobrimento reconhecido como inteligência artificial (IA), nos quais se basearam em três fontes: “o conhecimento da fisiologia básica e da função dos neurônios do cérebro, uma análise formal da lógica proposicional, bem como a teoria da computação de “Turing”. Tais pesquisadores sugeriram um modelo de neurônios artificiais, nos quais, cada neurônio era caracterizado por “ligado” ou “desligado”, e desse modo, o estado de um neurônio era analisado como “equivalente” em termos concretos, ou seja, uma proposição que definia seu estímulo adequado (GOMES, 2010).

A inteligência artificial na Radiologia vem se mostrando em plena e rápida expansão no mundo, com potencialidades inimagináveis. Na área da saúde deve trazer transformações no que diz respeito aos processos de diagnóstico e tratamento de doenças, proporcionando aos profissionais e pacientes inúmeros benefícios. Muitos dos desenvolvedores tecnológicos

convergem para aumentar a detecção automatizada, bem como quantificar anormalidades nas imagens radiológicas (BRANDES; D'IPPOLITO; AZZOLINI, 2020; SANTOS *et al.*, 2019; ALVES *et al.*, 2018; HOSNY *et al.*, 2018; SABBATINI, 2018).

O radiologista precisa adquirir preparo adequado ao manuseio dos exames nos quais são praticados através da inteligência artificial. Com o vertiginoso avanço tecnológico vivenciado pela imagenologia diagnóstica nos últimos anos, a conversão de imagens digitais em dados de alta dimensão, com grande quantidade de variáveis, foi impulsionada pelo conceito de que imagens contêm uma miríade de informações fisiopatológicas subjacentes, muitas vezes, de identificação e compreensão difíceis pela análise visual convencional (HOSNY *et al.*, 2018).

Ao analisar de maneira quantitativa as imagens em IA, assim como a organização desses parâmetros em bancos de dados complexos, como (Big Data), apresentando desta forma: volume, velocidade na geração de informações, além de variedade nos dados, a radiologia teve aproximação maior das novas fronteiras tecnológicas, nos quais estão inseridas a Inteligência Artificial (IA), *Machine Learning* (ML), ou aprendizado de máquina e *Deep Learning* (DL) ou aprendizagem profunda (ARAÚJO-FILHO, 2019).

O objetivo do trabalho consiste em descrever a importância da inteligência artificial na radiologia, por meio de uma revisão sistemática da literatura científica. Neste sentido, procurou-se por resultados na literatura que versam sobre o diagnóstico por imagem, bem como a inteligência artificial é executada durante o exame radiográfico.

## 2 METODOLOGIA

O estudo consiste em uma revisão bibliográfica sistemática da literatura, que consiste em reunir materiais semelhantes de vários autores sobre a mesma temática, e realizar uma análise estatística. É considerada uma análise secundária, pois se utiliza de estudos primários a fim de se realizar a análise da pesquisa (BRIZOLA; FANTIN, 2016).

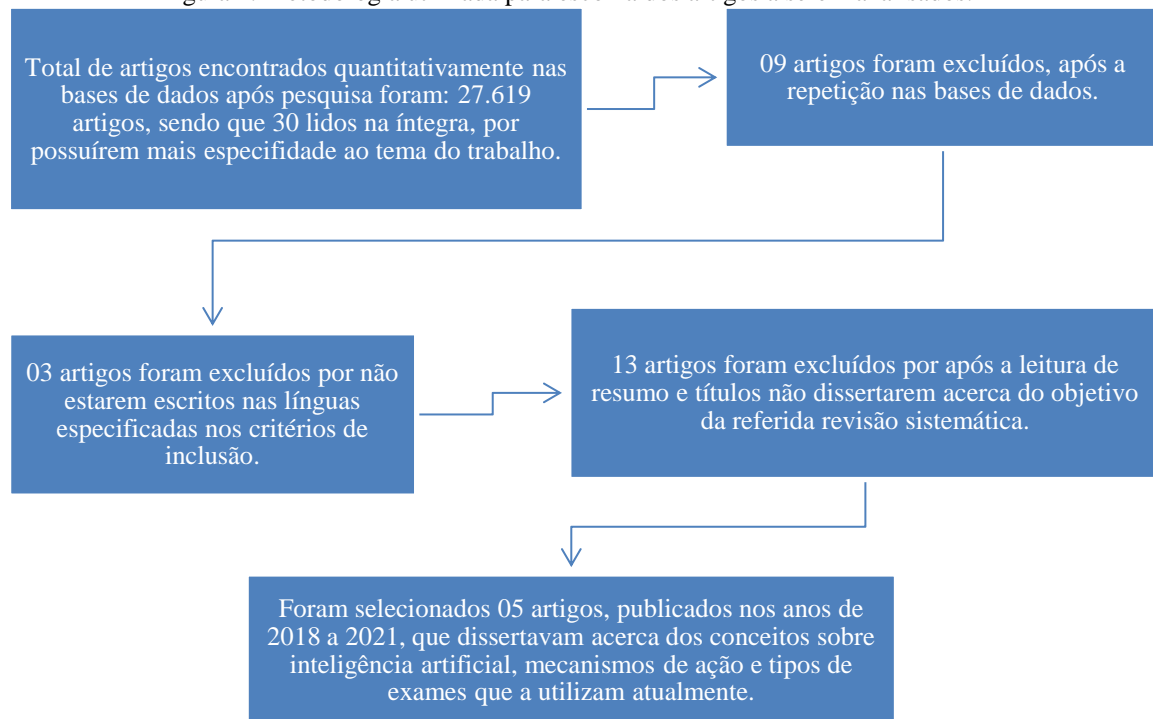
O levantamento de dados foi realizado através das principais bases de dados: SciELO (Scientific Eletronic Library Online), Medline, PubMed e PubMed Central, Biblioteca Virtual de Saúde-BVS, Science Direct, utilizando como descritores: inteligência artificial, diagnóstico por imagem e Radiologia. O período da pesquisa foi de dezembro de 2020 a julho de 2021.

Os fatores de inclusão foram: artigos originais, escritos em língua portuguesa e inglesa, tipos de estudo: relatos de caso, estudos descritivos, ensaios clínicos, artigos publicados no período de 2018 à 2021. Os fatores de exclusão para esta revisão sistemática foram: artigos de revisão, duplicados, com mais de cinco anos de publicação, metodologia inapropriada ao objetivo do trabalho, além de línguas não citadas nos critérios de inclusão.

Foram encontrados no total 30 artigos, após a exclusão de trabalhos com mais de 05 anos de publicação; 09 artigos foram excluídos, após a repetição nas bases de dados utilizadas; 03 artigos foram excluídos por não estarem escritos nas línguas especificadas nos critérios de inclusão; 13 artigos foram excluídos por após a leitura de resumo e títulos não dissertarem acerca do objetivo da referida revisão sistemática.

Após leitura seletiva e exclusão das pesquisas, foram selecionados 05 artigos, publicados nos anos de 2018 a 2021, que dissertavam acerca da importância da inteligência artificial no diagnóstico por imagem, implicações na Radiologia e tipos de exames que a utilizam. A Figura 1 mostra o caminho realizado na escolha dos artigos selecionados na pesquisa.

Figura 1. Metodologia utilizada para escolha dos artigos a serem analisados.



Fonte: Fonte: Elaborada pelos próprios autores, 2021.

A literatura enquanto à quantidade de artigos relacionados ao tema inteligência artificial em Radiologia, bem como a importância da inteligência artificial na Radiologia, nota-se que houve uma filtragem de artigos publicados apenas quando se insere a palavra, importância, Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1. Relação de artigos quantitativamente expostos nas principais bases de dados relativas ao tema inteligência artificial na Radiologia.

<b>BASES DE DADOS</b>	<b>QUANT. DE ARTIGOS ENCONTRADOS</b>
Bookshelf	95
NLM Catalog	22
PubMed	11.662
PubMed Central	10.902

Fonte de dados: NCBI, 2021.

Tabela 2. Relação de artigos quantitativamente expostos nas principais bases de dados relativas ao tema inteligência artificial na Radiologia.

<b>BASES DE DADOS</b>	<b>QUANT. DE ARTIGOS ENCONTRADOS</b>
Bookshelf	35
NLM Catalog	0
PubMed	368
PubMed Central	4.535

Fonte de dados: NCBI, 2021.

Os artigos acima pesquisados cuja predominância está alocada no Banco de Dados NCBI, cujas bases de dados foram distribuídas no Bookshelf, NLM Catalog, PubMed e PubMed Central. Do total de 27. 619 artigos numericamente calculados a respeito do tema em questão desta referida pesquisa, 16,41% das pesquisas foram encontradas no PubMed Central, 1,33% na base PubMed; 0,12% nas bases do Bookshelf. Enquanto ao tema inteligência artificial na Radiologia, sendo desta forma, mais abrangente, conferiu-se 39,47%, quase que dobrando a pesquisa na mesma base de dados PubMed Central. Isso mostra que, quanto mais específico for o tema de escolha para uma dada pesquisa, percebe-se uma diminuição das publicações dos principais bancos de dados. A seguir, segue-se a análise dos dados conferidos a partir da seleção dos 05 artigos para discussão dos resultados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados os seguintes artigos elencados no Quadro 1. Após a análise dos artigos, seguiram-se a determinação das seguintes variáveis: a importância da inteligência artificial no diagnóstico por imagem, implicações na Radiologia e tipos de exames que a utilizam atualmente. Os artigos foram distribuídos sobre os seguintes critérios de análise: título, autor, ano e periódico, tipo de estudo.

Quadro 1. Distribuição dos estudos de acordo com título, autor, ano, periódico/Banco de dados, Tipo de estudo. Teresina- PI 2021.

TÍTULO/ TRADUÇÃO	AUTO R	AN O	BANCO DE DADOS/PERIÓDI CO	TIPO DE ESTUDO
Artificial Intelligence, the Future of Medicine and Medical Education/ Inteligência artificial, o Futuro da Medicina e a Educação Médica	Lobo	2018	Revista Brasileira de Educação médica/ (SciELO)	Estudo de caso
Artificial intelligence and cardiac imaging: we need to talk about this/ Inteligência Artificial e Imagem Cardíaca: Precisamos Falar sobre isso	Araújo-Filho <i>et al.</i>	2019	Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc.	Relato de Caso
Impacto da inteligência artificial na escolha de Radiologia como especialidade médica por estudantes de medicina da cidade de São Paulo	Bran des <i>et al.</i>	2020	Radiol Bras.	Pesquisa randomizada com estudantes de medicina.
Artificial intelligence in radiology/ A inteligência artificial na Radiologia	Hos ny <i>et al.</i>	2018	PubMed	Artigo de opinião
The Evolving Importance of Artificial Intelligence and Radiology in Medical Trainee Education/ A importância da evolução da inteligência artificial e da Radiologia na educação médica de estagiários	Fisc hetti <i>et al.</i>	2021	Science Direct	Análise investigativa dos currículos dos estagiários de medicina sob o panorama da educação radiológica e aos aspectos relativos à inteligência artificial sob o impacto do modelo atual e futuro de educação radiológica.

Fonte: Elaborada pelos próprios autores, 2021.

### 3.1 A IMPORTÂNCIA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO POR IMAGEM

Para os acadêmicos da escola de medicina é fundamental que se prepare o discente aos ensinamentos relacionados à Radiologia, porém carece de uma padronização nas instruções de

ensino. Segundo Fischetti *et al.* (2021), cujo tema aborda – a importância da evolução da inteligência artificial e da radiologia na educação médica de estagiários, expõe que a falta de uniformidade de como a Radiologia é ensinada nas Universidades, bem como é aprendida, carece de oportunidades para a intervenção de novas tecnologias. Neste artigo, procurou-se investigar o panorama da educação radiológica dentro do currículo atual de estagiários de medicina e também entender como a inteligência artificial pode potencialmente impactar o modelo atual e futuro de educação radiológica. O artigo versa sobre a integração da inteligência artificial na medicina e que provavelmente o currículo atual do acadêmico experimente o impacto que tem a oferecer tanto para a educação quanto para a prática médica. Neste aspecto, o artigo destaca a importância do ensino de Radiologia nas práticas médicas, bem como o conhecimento da técnica, além da forma como é ensinado nas faculdades e Universidades a metodologia radiológica para os acadêmicos.

No artigo de Brandes *et al.* (2020) cuja temática propunha sobre o impacto da inteligência artificial como especialidade médica por estudantes de medicina da cidade de São Paulo, teve como pesquisa on-line anônima, contemplando questões como: o quanto os alunos julgam conhecer as tecnologias de IA; a intensidade com que os desestimulam a escolher radiologia como especialidade, e se acreditavam que o mercado de trabalho para o radiologista estaria ameaçado. Sendo assim, 101 estudantes participes da pesquisa responderam ao questionário, oriundos do internato médico. 52,5% indagou que o mercado de trabalho para o radiologista está ameaçado pela IA, porém 64,3% afirmaram não ter conhecimento suficiente a respeito das novas tecnologias e 31,7% gostariam de ter mais informações sobre o funcionamento e progresso da IA antes de tomar uma decisão sobre exercer ou não a radiologia como especialidade.

Os dois autores acima partem da premissa de que os estudantes acadêmicos de medicina acreditam que a IA corresponde a algo ameaçador à prática radiológica, podendo dessa forma, impactar sua escolha de carreira. Os trabalhos tem como prerrogativa de que os alunos colocam ter conhecimento insuficiente sobre o assunto e que entende ser necessário um maior preparo acadêmico na tomada de decisões.

### 3.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUAS IMPLICAÇÕES NA RADIOLOGIA

O artigo de Hosny *et al.* (2018), coloca como tema – inteligência artificial em radiologia, versa sobre os algoritmos de inteligência artificial (IA), que demonstraram um progresso notável em tarefas de reconhecimento de imagem. Os métodos utilizados no artigo encontraram inúmeras aplicações no campo de análise de imagens médicas. Ao longo dos anos, a prática

radiológica treinava os médicos para avaliações visuais das imagens na detecção, caracterização e monitoramento de doenças. Os métodos relacionados a IA são excelentes no reconhecimento automático de padrões complexos, em dados de imagem e no fornecimento de avaliações quantitativas, ao invés de qualitativas, para as características radiográficas.

Hosny *et al.* (2018) versa sobre a compreensão geral dos métodos de IA, principalmente os pertencentes às tarefas baseadas em imagens. O trabalho também expõe como os métodos podem impactar nas mais variadas formas de radiologia, com foco geral nas implicações oncológicas, bem como demonstram maneiras pelas quais esses métodos estão avançando no campo. Além de discutir sobre os desafios enfrentados pela implementação clínica, assim como o domínio pode ser avançado. Nas suas perspectivas futuras, o artigo de Hosny *et al.* (2018) coloca que a imagem médica, desde os dias de sua implementação, em meados de 1890 até os dias atuais, continua a ser um pilar do tratamento médico.

O artigo coloca que os avanços atualizados no hardware de imagem, no que diz respeito a termos de qualidade, sensibilidade e resolução, permitem a discernimento entre diferenças mínimas nas densidades dos tecidos. Essas diferenças são em determinados casos, difíceis de se reconhecer por um “olho treinado”, ou até mesmo, por alguns métodos tradicionais de IA, utilizados na clínica médica. Além do mais, ao contrário dos métodos tradicionais baseados em recursos pré-estabelecidos, verificou-se que os algoritmos de aprendizagem médica são gerados, a cada dia, e com os esforços de pesquisa em andamento, esperam-se verificar melhorias relacionadas ao seu desempenho. Os avanços prometem uma maior precisão, além da redução no número de tarefas de rotina que extenuam tempo e esforço.

No artigo de Lobo (2018), cujo tema corresponde a inteligência artificial, o futuro da medicina e da educação médica, coloca a importância da inteligência artificial na formação acadêmica do médico, visto que há em análises de estudos de casos, que acadêmicos de medicina ainda encontram dificuldades no manuseio da IA e principalmente no diagnóstico correto para os pacientes. A pesquisa relata que 32% dos erros médicos no Estados Unidos decorrem de problemas na relação médico-paciente, de um exame clínico deficiente, além de falha na avaliação de dados e dos resultados de exames complementares.

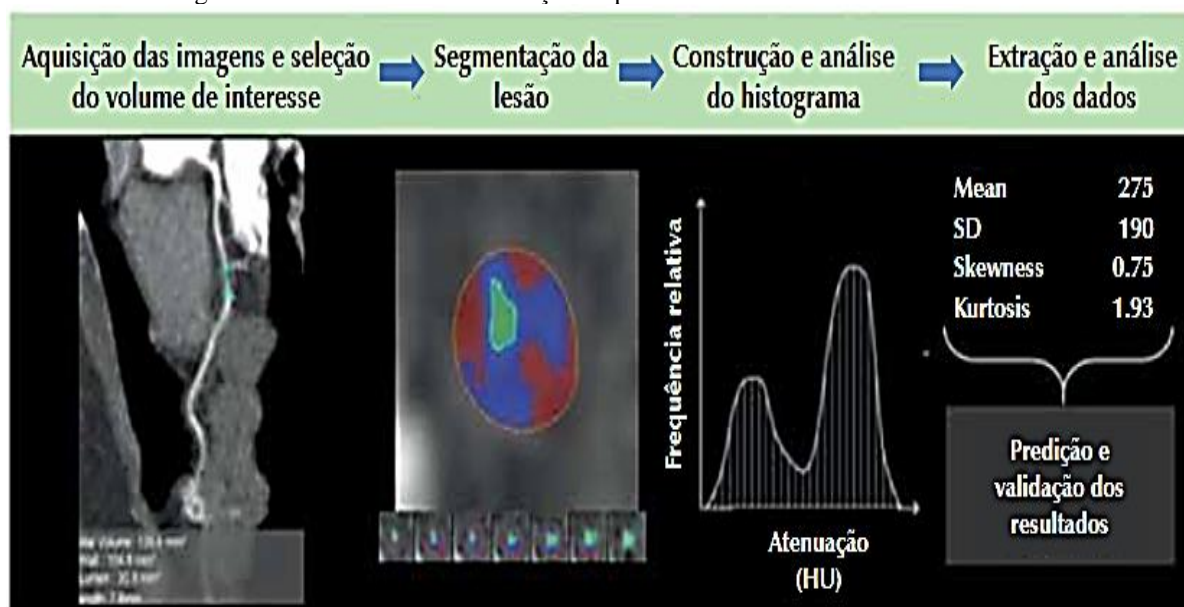
O trabalho de Lobo (2018) defende ainda que a utilização da linguagem natural para o registro de dados em prontuários eletrônicos, bem como a melhoria do relacionamento por meio da internet, emprego de computadores na comunicação médico-paciente, a telemedicina, trabalho em equipes multiprofissionais, propõem, dessa forma, otimizar a performance do médico no atendimento dos pacientes.



Na pesquisa de Araújo-Filho (2018), ao abordar a inteligência artificial e a imagem cardíaca chama a atenção para o avanço tecnológico que transforma imagens digitais em dados de alta dimensão, pela compreensão de imagens e interpretações difíceis de serem identificadas por imagens convencionais.

Neste aspecto, o artigo frisa o ramo da cardiologia, pois se mostra um amplo meio para conhecimentos específicos sobre esta especialidade médica e que tem sido muito pesquisada através de IA, uma vez que muitas doenças como insuficiência cardíaca, doença arterial coronariana precisam cada vez mais de tratamentos personalizados, pois muito do que se mostra na atualidade são problemas envolvendo alto custo, eficiência em diagnósticos ou são dados como equivocados. Para diminuir tais erros, o trabalho preconiza as novas e promissoras aplicações da IA na terapia cardiovascular. A Figura 3 abaixo mostra como a IA pode automatizar o processo dos exames, exibindo mais precisão nos resultados.

Figura 3. Workflow na caracterização de placa coronariana utilizando radiomics.



Fonte: Araújo-Filho, (2018).

A Figura 3 mostra um diagnóstico auxiliado por computadores na radiologia, caracterizando com mais detalhes a placa coronariana, cuja precisão nos resultados dos exames vem sendo cada vez mais uma constatação, bem como auxílio mais preciso em diagnósticos por imagem. Isso porventura, não significará que o trabalho do médico será obsoleto, muito pelo contrário, a IA vem como aliada, para aumentar a precisão do trabalho dos profissionais em medicina. Com isso, a IA caminha para uma rápida expansão para o uso de ferramentas computacionais a cada dia na profissão médica, conferindo cada paciente individualmente em

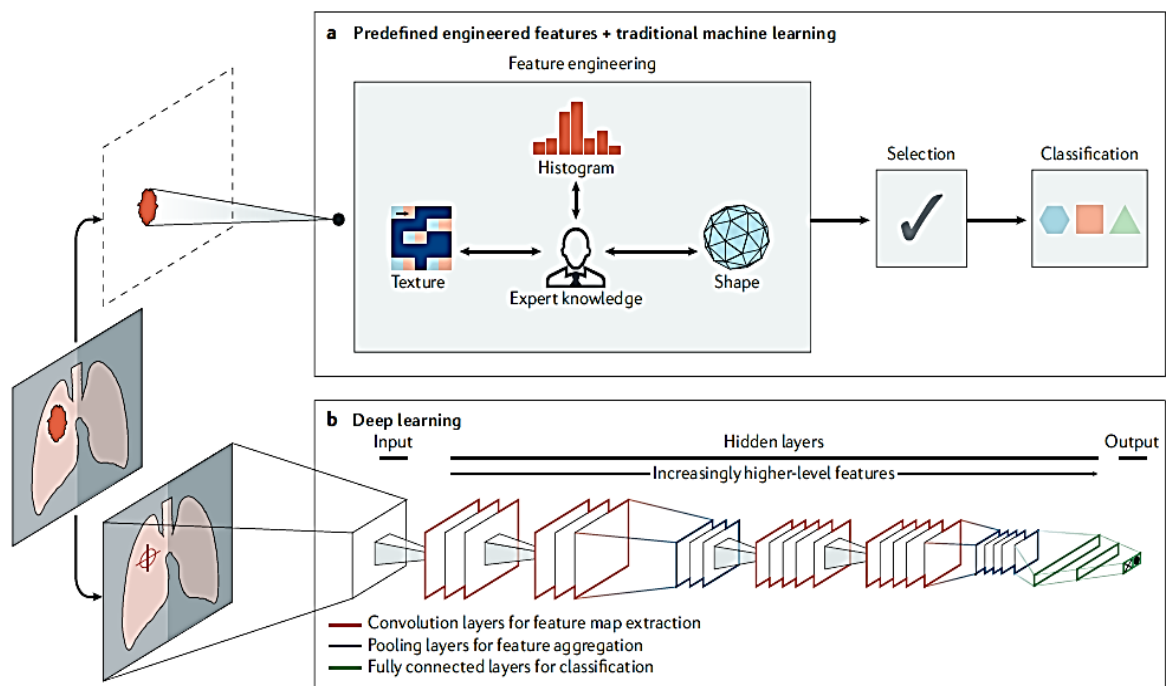
seu diagnóstico, bem como, trazendo para a Radiologia a definição de uma abordagem multidisciplinar, além de proporcionar a medicina de precisão.

### 3.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUAS APLICABILIDADES

A inteligência artificial se insere nas áreas nos quais se apresentam os exames mais complexos como: Tomografias, Ressonâncias Magnéticas, bem como os exames que requerem imagens nucleares, ou os que solicitam exames em órgãos cujos diagnósticos são mais complexos, são eles: pulmão, região das mamas ou cérebro, e certas especialidades como a mastologia ou oncologia, poderão se beneficiar, por exemplo, quando se tratar de exames cujos procedimentos se tornam bastante invasivos e de alto risco, como biópsias no cérebro (SABBATINI, 2018).

A Figura 4 descreve todo o procedimento realizado pela IA, enquanto análises das imagens, bem como a resposta para um referido diagnóstico em exame de pulmão. A sequência mostra o comparativo de exames tradicionais quando se visualiza a localização do tumor e a precisão do *Deep learning*, que simula nos computadores, tarefas a serem realizadas como os seres humanos, disso inclui, reconhecimento de fala, identificação de imagens, além de converter as imagens em localização mais precisa para cada doença.

Figura 4. Métodos de inteligência artificial em imagens médicas.



Fonte: Hosny *et al.* (2018)

A Figura 4 expõe os métodos envolvendo de inteligência artificial em imagens médicas. O esquema se refere a dois métodos de inteligência artificial (IA) para uma determinada tarefa, como o diagnóstico de um tumor suspeito, seja ele benigno ou maligno. O primeiro método a), depende de recursos de engenharia extraídos de regiões de interesse com base em conhecimentos especializados. Essas características estão apresentadas na diferenciação, por exemplo, de um câncer e incluem: volume do tumor, forma, textura, intensidade e localização.

O segundo método b), Figura 4, utiliza apenas da localização do tumor. Essa região é composta por várias camadas nos quais o recurso: extração, seleção e classificação final são realizadas simultaneamente durante o procedimento. À medida que as camadas aprendem recursos de nível cada vez mais altos, as anteriores podem reter formas abstratas, como linhas e/ou sombras, enquanto as outras mais profundas podem entender as imagens como órgãos ou objetos inteiros. Assim, ambos métodos se enquadram na radiômica, centrada em dados, baseada em radiologia como campo de pesquisa (HOSNY *et al.*, 2018).

No futuro, o software com IA poderá identificar facilmente características incomuns das milhões de imagens que poderão ser armazenadas, mostrando todos os resultados que deverão ser avaliados por um radiologista, visto que, na sua formação acadêmica, o tecnólogo e bem como o médico, não lembrará de todos os casos e patologias sozinho, mesmo aqueles desconhecidos em sua formação. É necessário que o profissional se adapte ao mundo inovador da IA para que possa acompanhar a velocidade de informações processadas e expostas a serem interpretadas, afim de que haja preparo e eficácia no diagnóstico do paciente.

#### 4 CONCLUSÃO

Diante do exposto acima, a pesquisa mostra a importância da inteligência artificial no diagnóstico por imagem, principalmente na formação radiológica e médica dos profissionais envolvidos. Os artigos investigados enfatizam que a análise automatizada por meio da IA não substitui o trabalho do radiologista ou médico, portanto, apenas tem de possuir um desempenho próximo do especialista. A Inteligência Artificial faz um exímio trabalho no que tange a fornecer menores riscos para o paciente, que necessita de radiografia com diagnóstico por imagem, além de melhor desempenho de todo o processo (diagnóstico, prognóstico e tratamento), mais eficiência e, em alguns casos, como na diminuição dos testes diagnósticos e de erros nos exames. Neste sentido, as pesquisas estão sendo desenvolvidas para mostrar que o ramo da IA é bastante promissor na utilização de sistemas para diagnóstico auxiliado por computadores, sendo desta forma, em conjunto ao radiologista, uma segunda opinião para diagnóstico por imagem.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, B. A. F.; FERRARI, M. B.; MATOS, G. O.; ARAÚJO, F. R. M. de. Inteligência artificial: conceitos e aplicações. **Rev. Conexão Eletrônica**, v. 15, n. 1, p. 12, 2018.
- ARAÚJO-FILHO, J. A. B. de.; ASSUNÇÃO JÚNIOR, A. N.; GUTIERREZ, M. A.; NOMURA, C. H. Inteligência Artificial e Imagem Cardíaca: Precisamos Falar sobre isso. **Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc.**, v. 32, n. 3, p. 154-156, 2019.
- BRANDES, G.; D'IPPOLITO, G.; AZZOLINI, A. G. Impacto da inteligência artificial na escolha de radiologia como especialidade médica por estudantes de medicina da cidade de São Paulo. **Radiol Bras.**, v. 53, n. 3, p. 167–170, 2020.
- BRIZOLA, J.; FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação Vale dos Arinos**, v. 3, n. 2, p. 17, 2016.
- FISCHETTI, C.; BHATTER, P.; FRISCH, E.; SIDHU, A.; HELMY, M.; LUNGREN, M.; DUHAIME, E. The Evolving Importance of Artificial Intelligence and Radiology in Medical Trainee Education. **Academic Radiology.**, v. x, n. x., p. 1- 6, 2021.
- GOMES, S. D. Inteligência Artificial: Conceitos e Aplicações. **Revista Olhar Científico**. v. 01, n. 2, p. 14, 2010.
- HOSNY, A.; PARMAR, C.; QUACKENBUSH, J.; SCHWARTZ, L. H.; AERTS, H. J. W. L. Artificial intelligence in radiology. **Nature Reviews Cancer**, v. 18, n. 8, p. 500–510, 2018.
- LOBO, C. L. Inteligência artificial, o Futuro da Medicina e a Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**. v. 42, n. 3, p. 3-8, 2018.
- MCCULLOCH, W. S.; PITTS, W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. **The bulletin of mathematical biophysics**, v. 5, n. 4, p. 115–133, 1943.
- SABBATINI, R. M. E. **Aplicações da inteligência artificial na Radiologia**. (2018). Disponível em: <<https://www.pixeon.com/blog/aplicacoes-da-inteligencia-artificial-na-radiologia/>>. Acesso em 23 de jan. de 2021.
- SANTOS, M. K.; FERREIRA, J. R. J.; WADA, D. T.; TENÓRIO, A. P. M.; BARBOSA, M. H. N.; MARQUES, P. M. A. de. Inteligência artificial, aprendizado de máquina, diagnóstico auxiliado por computador e radiômica: avanços da imagem rumo à medicina de precisão. **Radiol Bras**. v. 52, n. 6, p. 387 – 396, 2019.