

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA RADIOLOGIA MÉDICA: INOVAÇÕES E TECNOLOGIAS ATUAIS E FUTURAS



Thallys Leal Silva
Weydler Campos Hóttz Corbiceiro
Cristina Asvolinsque Pantaleão Fontes
Leonardo Kayat Bittencourt
Igor Cardoso Cordeiro
João Lucas Martins Pillar



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Thallys Leal Silva
Weydler Campos Hottz Corbiceiro
Cristina Asvolinsque Pantaleão Fontes
Leonardo Kayat Bittencourt
Igor Cardoso Cordeiro
João Lucas Martins Pillar

Inteligência Artificial na Radiologia Médica: inovações e tecnologias atuais e futuras

1ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

1ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Silva, Thallys Leal

S586I Inteligência Artificial na Radiologia Médica: inovações e tecnologias atuais e futuras

/ Thallys Leal Silva. Weydler Campos Hottz Corbiceiro. Cristina Asvolinsque Pantaleão Fontes. Leonardo Kayat Bittencourt. Igor Cardoso Cordeiro. João Lucas Martins Pillar. – Piracanjuba-GO Editora Conhecimento Livre, 2023

26 f.: il

DOI: 10.37423/2023.edcl717

ISBN: 978-65-5367-284-0

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. inteligência-artificial 2. aprendizado-profundo 3. aprendizado-de-máquina 4. radiologia I. Silva, Thallys Leal II. Corbiceiro, Weydler Campos Hottz III. Fontes, Cristina Asvolinsque Pantaleão IV. Bittencourt, Leonardo Kayat V. Cordeiro, Igor Cardoso VI. Pillar, João Lucas Martins VII. Título

CDU: 610

<https://doi.org/10.37423/2023.edcl717>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

MSc Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

Editora Conhecimento Livre

Piracanjuba-GO

2023



10.37423/2023.edcl717



A Deus, sem o qual nada seria possível. Aos meus pais e irmã, sem os quais não chegaria aqui.

Aos amigos, sem os quais não me divertiria chegando aqui.

À Mabel, sem a qual agora vivo.

Thalys Leal Silva

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Fluminense e ao Hospital Universitário Antônio Pedro, casas de saber e de viver.

À professora Cristina Fontes, orientadora deste trabalho e vários outros, sempre interessada no crescimento acadêmico e profissional de seus alunos.

Ao meu colega e amigo, Weydler, de ajuda inestimável para a composição desse trabalho e da minha saúde mental.

Ao Sci-Hub, indispensável não só nesse trabalho, mas na formação de vários alunos.

Inteligência Artificial não é uma saga Homem *versus* Máquina; é, na verdade, uma sinergia Homem e Máquina.

Sudipto Ghosh

Resumo: Muito se discute atualmente, nos ambientes científicos e acadêmicos, sobre o impacto da inteligência artificial em diversas áreas da humanidade, e a saúde não é exceção. A Radiologia, como campo da medicina intimamente relacionado à tecnologia, é especialmente afetada por tais avanços, tendo o debate quase se polarizado entre opiniões completamente distópicas e utópicas no que tange a valorização ou substituição do trabalho do radiologista. Este trabalho se propõe a dissertar sobre essa revolução tecnológica na radiologia. Para isso, são abordados tópicos referentes à Inteligência Artificial, tais como a história da área, bases de seu funcionamento, opiniões de especialistas, e projetos atuais desenvolvidos nessa área, tanto na Radiologia como na Medicina em geral. Objetiva-se, dessa forma, embasar uma previsão de como o campo e seus profissionais poderão ser afetados a médio e longo prazo, bem como alguns dos empecilhos que precisam ser solucionados para o sucesso na implementação dessa tecnologia.

Palavras-chave: Inteligência artificial; aprendizado profundo; aprendizado de máquina; radiologia.

Sumário

CAPÍTULO 1.....	8
INTRODUÇÃO	8
CAPÍTULO 2.....	10
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	10
2.1 IA NA MEDICINA	11
2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA RADIOLOGIA	12
2.3 APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	15
CAPÍTULO 3.....	17
DISCUSSÃO	17
CAPÍTULO 4.....	19
IMPRESSÕES	19
BIBLIOGRAFIA	20

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Surgindo de uma curiosidade científica em 1895 com Wilhelm Roentgen e, desde então, se tornando uma necessidade médica, a Radiologia é possivelmente um dos campos da medicina mais intimamente atrelado aos progressos tecnológicos da humanidade. Não é de se surpreender, portanto, que seja também um dos mais afetados pelo contínuo avanço tecnológico e suas inovações, em especial, pelo desenvolvimento da inteligência artificial (IA).

Apesar de especulada em diversas obras fictícias há séculos e academicamente estudada já há algumas décadas, foi nos últimos anos que a IA tem chamado mais atenção. Com computadores capazes de determinar raças de cachorros, ler e avaliar documentos legais, identificar rostos em imagens e derrotar campeões de xadrez e Go, este considerado um dos jogos mais antigos e complexos do mundo, é compreensível o fascínio que permeia essa ciência^{1,2}.

Quanto à Radiologia, existe um consenso entre pesquisadores de que o uso de IA na área causará uma revolução em sua rotina³⁻⁶. No entanto, nem todos concordam sobre o efeito desta a longo prazo. Muitos predizem apenas uma mudança na quantidade e qualidade de trabalho, enquanto outros, mais pessimistas, falam em IAs ofuscando e substituindo radiologistas⁶⁻⁸.

Chamada de “quarta revolução industrial” por alguns, uma pesquisa da Universidade de Oxford estima que a IA ponha quase 50% da mão de obra americana em risco de substituição nos próximos 20 anos, um cenário assustador com repercussões econômicas, sociais e políticas. E, diferentemente de revoluções prévias, parte da mão de obra afetada inclui carreiras com alto nível de educação e qualificação. Se os empregos criados com a revolução conseguirem absorver os eliminados ainda é uma questão controversa⁹.

No entanto, é pertinente lembrar que essa não seria a primeira revolução tecnológica na Radiologia desde sua criação. Com o advento da endoscopia, tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética, exames contrastados com bário caíram em desuso, por exemplo, ao mesmo tempo que estenderam o mercado para outros serviços radiológicos àqueles radiologistas que se adaptaram a essas mudanças^{4,10}.

Seja qual for o prognóstico, a marcha das IAs em direção à Radiologia é real e inexorável. Nos últimos anos nos EUA, a Administração de Alimentos e Medicamentos (FDA) já aprovou alguns softwares de âmbito radiológico, entre eles um capaz de analisar exames de Tomografias Computadorizadas de

crânio em busca de acidentes vasculares encefálicos, contactando um especialista neurovascular caso encontre uma lesão hiperdensa ou vaso ocluído - em teoria substituindo um radiologista que faria essa decisão¹¹.

Apenas o tempo dirá se tais medidas já são possíveis em larga escala, e se serão mais eficientes do que os processos atuais. No entanto, a existência de tais programas e inúmeros outros projetos nos mostra que a revolução já está começando.

Este trabalho tem como objetivo discutir as repercussões da integração de IA com práticas médicas, principalmente na área da Radiologia, abordando desde projetos já em andamento até o que isso pode significar para radiologistas e pacientes ao redor do globo no que tange paradigmas socioeconômicos e rotinas da profissão.

CAPÍTULO 2

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A IA é um termo geral referente ao uso de um computador para simular comportamento inteligente com a menor intervenção humana possível¹². Ela tem capacidade de aprendizado avançado com o potencial de um dia realizar tarefas como a interpretação de imagens de forma autônoma¹³.

Problemas de forma geral são divididos entre aqueles cuja solução é conhecida e aqueles em que não. Raciocínio dedutivo é utilizado para solucionar os primeiros, usando de regras conhecidas para tal, enquanto no segundo tipo utiliza-se de raciocínio indutivo, na qual a solução é alcançada após análise de vários eventos desse problema a fim de se estabelecer novas regras. Assim como humanos, computadores se dão melhor com raciocínio dedutivo do que indutivo, mas é a criação de programas indutivos que levou à recente aptidão computacional para interpretar imagens¹.

Machine learning (“aprendizado de máquina”), um campo da IA que cresce rapidamente, integra ciência da computação e estatística. Dessa forma, os computadores aprendem sem uma programação explícita, por meio da extração e análise automáticas de dados complexos¹³. Ao programar uma máquina com a capacidade raciocínio indutivo, esta pode se tornar capaz não só de procurar padrões em dados, mas também modificar seu próprio código a fim de se tornarem melhores nessa tarefa, ensinando a si mesmas como procurar esses padrões de forma mais eficaz¹.

O programa ainda é capaz de aprender ao analisar dados de treinamento e fazer uma previsão quando novos dados são inseridos. O *Deep Learning* (que traduzido do inglês significaria algo como “aprendizado profundo”) é parte do *machine learning* e um tipo especial de rede neural artificial (RNA) que se assemelha ao sistema de cognição humana, sendo capaz de aprendizado autodidata^{14,15}. Essa RNA funciona como uma classe de redes neurais profundas especializada na análise de imagens, que permite a classificação e agrupamento, detecção de objetos e transferência de estilo neural¹⁶. Ela é muito mais eficiente no processamento de dados de imagem, quando comparada com as redes neurais tradicionais¹⁷.

A capacidade de uma IA de analisar enormes quantidades de dados de forma cada vez mais eficiente e adquirir novos conhecimentos a partir deles não coincidentemente se desenvolveu ao mesmo tempo que entramos na era do “big data”, isto é, vastos conjuntos de dados (ou *datasets*) de diversas fontes, como rede sociais ou, mais importante nesse caso, bancos de dados e metadados de exames radiológicos¹⁸.

O *deep learning* está atualmente recebendo muita atenção por sua utilização com grandes dados de saúde¹⁴. Apesar de sistemas tradicionais apresentarem um desempenho em “platô” por vários anos, não atendendo aos requisitos rigorosos de utilidade clínica, com o avanço da tecnologia e das bases de dados, muitas limitações já foram resolvidas. Hoje, há maior capacidade computacional com unidades de processamento gráfico (no inglês, GPU) e novos algoritmos para treinar uma rede neural profunda^{14,19}.

A era do “big data” e do *deep learning* gerou o conceito de “radiomics”, características matemáticas abstratas de imagens indiscerníveis ao olho humano que podem ser definidas ou detectadas por programas de IA, sendo correlacionadas com outros dados sobre genômica ou resposta à terapia, podendo fazer previsões sobre tais ⁵.

A IA e o *deep learning* vêm sendo utilizados em diversas aplicações médicas, voltadas principalmente para áreas da radiologia e oncologia. Estas incluem abordagens para a segmentação dos pulmões, tumores e outras estruturas no cérebro, células e membranas biológicas, cartilagem tibial, tecido ósseo e células mitose, na identificação de lesões de pele e na patologia^{14,19}.

A constante evolução da tecnologia de IA, que por sua vez é capacitada pelo desenvolvimento de aparelhos com cada vez mais poder computacional, vem permitindo sua sutil, mas inevitável integração não só à Radiologia, mas à medicina de forma geral.

2.1 IA NA MEDICINA

Uma grande dúvida atualmente é como a IA implicará no futuro da medicina, desde novas descobertas, até a prática nas diversas áreas. É importante destacar que o principal fator por trás do surgimento da IA na medicina tem sido o desejo de maior eficácia e eficiência no atendimento clínico¹⁹.

Discussões similares acerca da aplicação de IA em áreas médicas ocorrem na patologia. Área esta, aliás, na qual certas atividades já foram totalmente automatizadas, como contagens de células, tipagens sanguíneas e até mesmo testes Papanicolau, permitindo aos patologistas que foquem em tarefas de maior importância¹⁵. Aplicações da IA na patologia atualmente estudadas incluem a detecção de tumores em biópsias e contagem de mitoses para estadiamento de câncer ²⁰.

De forma semelhante, na área da genética e biologia molecular, a IA já é utilizada há décadas na decodificação e sequenciamento do genoma humano, sendo aplicada na pesquisa de câncer, doenças raras, e na análise do DNA humano ^{21,22}.

Recentemente, até mesmo na área da dermatologia tem-se feito avanços com IA: um grupo de pesquisadores desenvolveu um *app*, isto é, um *software* para *smartphones* e realizou um estudo no qual este foi capaz de distinguir melanomas malignos de lesões benignas com mais precisão do que os dermatologistas participantes do estudo ⁴.

Porém, ainda existem muitos desafios na medicina a serem enfrentados pela IA, principalmente relacionados aos comportamentos sociais humanos e à capacidade da ciência e tecnologia subjacentes. Nenhum dos desafios por si só será um impedimento, mas todos podem retardar o progresso e precisam ser resolvidos ⁵.

Seja como for, o impulso para a IA na medicina é real e já começou. Muitas instituições acadêmicas e setores de radiologia anunciaram recentemente novas parcerias setoriais e divisões de ciência de dados⁸.

2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA RADIOLOGIA

Na Radiologia, a questão fundamental é se as aplicações de IA podem agregar valor, incluindo a descoberta de novos conhecimentos, com maior quantidade e qualidade de informações extraídas dos exames de imagem em menos tempo. Se sim, é possível obter melhores resultados para os pacientes com menor custo, além de se estabelecer processos de trabalho mais eficientes e a melhoria da satisfação no trabalho ⁵.

Outra mudança na área da radiologia se dá no papel do profissional. Com a redução do tempo necessário para a leitura de imagens, o radiologista terá mais tempo para o atendimento direto ao paciente, permitindo que desempenhe um papel diagnóstico mais eficaz, analisando dados de várias fontes, e não estando restrito a dados isolados de imagens ⁴.

Desde a década de 1980, numerosos algoritmos *machine learning* com diferentes implementações, bases matemáticas e teorias lógicas são utilizados para executar tarefas de classificação. Conseqüentemente, vários sistemas de *computer aided detection CAD* (detecção assistida por computador) foram desenvolvidos e introduzidos no fluxo de trabalho clínico no início dos anos 2000¹⁴.

Na época, sistemas CAD geravam mais falsos positivos do que os leitores humanos, o que levou a um maior tempo de avaliação e biópsias adicionais. Espera-se que a atual tecnologia de *deep learning* possa superar as limitações dos sistemas anteriores, com maior precisão na detecção, ajudando a tornar os leitores humanos mais produtivos. Visa-se, dessa forma, que tarefas monótonas e repetitivas

de radiologia sejam transferidas para a IA. Essa nova tecnologia tem o potencial de realizar a detecção automática de lesões, sugerir diagnósticos diferenciais e compor laudos preliminares¹⁴.

Os sistemas CAD atuais consistem em duas partes diferentes: detecção de lesões e redução de falsos-positivos. Em geral, a detecção é baseada principalmente em algoritmos específicos para essa tarefa, resultando em muitas lesões candidatas. A última parte é comumente baseada no *machine learning* tradicional para reduzir as lesões falso-positivas. Infelizmente, mesmo com estes programas complexos e sofisticados, o desempenho geral dos sistemas CAD atuais ainda não é ideal, dificultando assim o seu uso generalizado na prática clínica de rotina. Outra limitação importante dos sistemas CAD atuais é a suscetibilidade aos protocolos de imagem e ruídos na imagem, o que pode ser melhorado com o uso de *deep learning*¹⁴.

As abordagens com *deep learning* exibiram desempenhos impressionantes em imitar humanos em vários campos, incluindo análise de imagens médicas, detectando anormalidades estruturais e classificando-as em categorias de doenças¹⁴.

A maioria dos algoritmos CAD está sendo desenvolvida para tarefas radiológicas específicas, como a detecção de um nódulo pulmonar, sangue intracraniano, doença de Alzheimer, e a detecção, identificação e análise de risco do câncer de mama^{6,14}. Quando, e se, a curva de sucesso dos algoritmos CAD em derivar predições ou decisões a partir dos dados for maior do que a do radiologista médio, a máquina terá aprendido o mesmo que os radiologistas e poderá ser incorporada na prática.

As tecnologias de *deep learning* mostram desempenho equivalente ao dos radiologistas tanto na detecção como na segmentação em ultrassonografia e ressonância magnética, respectivamente. Para as tarefas de classificação das metástases linfonodais no exame de PET-CT (*Positron Emission Tomography – Computed Tomography*), o *deep learning* apresentou maior sensibilidade, mas com especificidade inferior à dos radiologistas. Um único sistema de *deep learning* é capaz de realizar diversas tarefas de segmentação em múltiplas modalidades e tipos de tecidos, incluindo ressonância nuclear magnética do crânio, ressonância magnética de mama e angiotomografia cardíaca, sem treinamento específico¹⁹.

A abordagem radiológica utilizando IA já permeia algumas áreas do diagnóstico por imagem. Por exemplo, a firma *International Business Machines Corporation* (IBM) desenvolveu um projeto denominado Watson, um computador capaz de revisar uma radiografia digital de tórax e sugerir que o paciente pode ter câncer de pulmão de pequenas células ou necessitar de cirurgia cardíaca, de

identificar embolia pulmonar na TC, e de detectar movimento anormal da parede do coração pela ecocardiografia ^{2,15}.

Watson pode pesquisar no sistemas de arquivo de imagens digitais médicas no Sistema de Comunicação e Arquivamento de Imagens (PACS - *Picture Archiving and Communication System*); no Registro Médico Eletrônico (EMR - *Electronic Medical Record*) que também é chamado de Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) pois constitui um sistema de armazenamento eletrônico de informações dos pacientes, sendo uma solução de *big data* em nuvem líder do setor para processamento de dados, análise interativa e *machine learning* que usa estruturas de código aberto, da firma Amazon; e também sistemas de relatórios departamentais para trazer arquivos relacionados, tudo sem qualquer interação humana. Semelhante à situação física terapêutica, a necessidade de garantia de qualidade do equipamento pode ser reduzida devido às previsões baseadas em IA da máquina². Ele tem uma capacidade ilimitada de aprendizado - e agora tem 30 bilhões de imagens para rever e assimilar depois que a IBM adquiriu o *Merge Healthcare*, uma companhia de imagens médicas¹⁵.

Com a tecnologia atual, já é possível construir e prototipar rapidamente um modelo de inteligência artificial capaz de identificar casos de pneumonia com 80% de precisão em um curto período de tempo, a partir de recursos encontrados na internet, incluindo um conjunto de dados rotulados de radiografias de tórax para pneumonia¹⁷.

O avanço no diagnóstico de câncer de mama já é notório. Usando exames de mamografia apurados, os computadores podem agrupar esses milhões de variáveis a níveis de pixels irreconhecíveis pelo olho humano para identificar novos recursos de imagem. Além disso, a IA pode combinar ainda mais variáveis ao nível de pixel com dados clínicos no nível do paciente, incluindo fatores de risco individuais, para desenvolver algoritmos preditivos sofisticados que podem um dia se igualar ou superar a precisão interpretativa da mamografia de rastreamento humana ¹³.

Em radiografias ortopédicas, as redes com *deep learning* podem identificar adequadamente as principais propriedades de imagem, mesmo com qualidade de imagem limitada. Além de medidas ortopédicas tradicionais, como os ângulos de pulso, também procuram novos padrões mais complexos, combinando ângulos, cominuição e qualidade óssea. Como os algoritmos de *machine learning* não têm noções preconcebidas do que é interessante dentro de uma imagem, ainda é possível que encontremos novos preditores até então desconhecidos ²³.

Machine learning abrange muitas ferramentas poderosas com o potencial de aumentar drasticamente a informação que os radiologistas extraem das imagens. Estima-se que tais ferramentas mudem a

Radiologia de forma tão drástica quanto o advento de imagens transversais. Acredita-se que, devido ao escopo limitado das aplicações existentes de *machine learning* e à complexidade de criar e treinar modelos, a possibilidade de total substituição dos radiologistas por máquinas está em um futuro distante, na melhor das hipóteses ²⁴.

A aplicação bem-sucedida de *machine learning* no domínio radiológico exigirá que os radiologistas ampliem seus conhecimentos de estatística e ciência de dados para supervisionar e interpretar corretamente os resultados derivados do processo de IA, precisando de sua especialidade para analisar apenas casos de limites questionáveis^{17,24}.

Sob um futuro ainda incerto, previsões já são elaboradas e estudadas, buscando definir o impacto da IA na Radiologia. Atualmente, a maioria dos especialistas prevê o apoio de *machine learning* a um radiologista que tomaria a decisão ou interpretação final, mantendo assim a responsabilidade por qualquer resultado. No entanto, à medida que os algoritmos se tornam mais avançados, esse processo pode mudar para empresas, desenvolvedores e os responsáveis pelo treinamento do próprio algoritmo, o que representará desafios em negligência médica e responsabilidade em radiologia ²⁴. Outras previsões feitas sugerem que a IA colocará os radiologistas fora do negócio. Esta questão foi exagerada, e é muito mais provável que os radiologistas incorporem benéficamente métodos de IA em suas práticas ⁵.

O sucesso da IA em exames de imagem será medido pelo valor criado: maior certeza diagnóstica, tempo de resposta mais rápido, melhores resultados para os pacientes e melhor qualidade de vida profissional dos radiologistas. Os radiologistas vão explorar esses novos caminhos e desempenhar um importante papel nas aplicações médicas da IA ⁵.

2.3 APLICAÇÕES PRÁTICAS

O cenário mundial está completamente mudado no que diz respeito ao uso das tecnologias, principalmente com as atualizações na capacidade de processamento e produção das Inteligências Artificiais. As relações estão mudando graças aos novos softwares e programas. O ChatGPT, que é um modelo de linguagem desenvolvido pela empresa “OpenAI” revolucionou a internet e toda a forma como se busca informação a partir da complexidade e acuracidade da IA.

Na medicina não é diferente. No município de Cascavel, região oeste do estado Paraná, na região Sul do Brasil, a Startup “RDICOM” criou uma IA capaz de detectar a infecção por Covid-19 em pacientes com quadros de insuficiência respiratória, em questão de segundos, com 97% de precisão a partir de

um exame de radiografia de tórax. Utilizando da técnica de *machine learning*, a IA que já era utilizada para avaliar lesões pulmonares em geral com 89% de precisão, foi muito importante para a rapidez no diagnóstico da doença estando disponível nas unidades de saúde do município²⁶.

No campo da mamografia, exame essencial na prevenção com o rastreamento e no acompanhamento do câncer de mama, um artigo publicado em janeiro de 2022 pela revista *Radiology* realizou uma busca sistemática na literatura a fim de identificar estudos interessantes que correlacionassem IA e a mamografia de rastreamento. Foram utilizados estudos de diversas regiões do mundo que utilizavam diferentes IA de diferentes empresas. Os resultados mostraram que o uso de IA pode melhorar, no âmbito da precisão, a detecção de cânceres de mama em mamografias de rastreamento e até reduzir o número de falsos positivos. Outra informação que o estudo trouxe foi a de que, de uma forma geral, a sensibilidade do diagnóstico da IA foi superior à dos médicos radiologistas, enquanto a especificidade foi semelhante²⁷.

No que diz respeito a tomografia computadorizada, um artigo publicado em 2020 no *Journal of Thoracic Imaging* discutiu a segmentação automatizada por IA dos pulmões por lobo além da quantificação de enfisema a fim de comparar com a gravidade da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) segundo a iniciativa global para a DPOC em fumantes. A IA era capaz, através de um algoritmo, de segmentar os pulmões e quantificar o enfisema em cada lobo pulmonar se mostrando eficaz e precisa como uma ferramenta para ajudar na avaliação da DPOC em fumantes. Essa análise foi capaz de fornecer informações mais precisas sobre o enfisema em cada lobo e assim permitindo um planejamento mais preciso do tratamento. Outro ponto levantado pelo artigo foi o de, como a análise era feita a partir de um algoritmo, a IA também poderia ser eficiente em reduzir a variabilidade inter observador na avaliação das imagens de TC de tórax²⁸.

Outro artigo que tratou da TC foi publicado em 2020 no *European Journal of Radiology*. Neste, o estudo levava em conta a segmentação automática dos pulmões por IA a fim de determinar as regiões bem aeradas, correlacioná-las com a gravidade da síndrome do desconforto respiratório agudo e prever a mortalidade dos pacientes de acordo com seus quadros. Os resultados mostraram que o volume das regiões bem aeradas dos pulmões correlacionou-se diretamente com a gravidade do quadro, sendo um preditor significativo de mortalidade. Os pacientes que apresentavam menores volumes de regiões bem aeradas possuíam menores chances de sobreviver²⁹.

Cada vez mais terão exemplos de implementações práticas de IA na radiologia, com a mesma velocidade que elas se apresentam será necessário que os órgãos de regulação evoluam, para que as

diferentes IA sejam regulamentadas e possam ser implementadas a fim de contribuir com melhorias na área da saúde.

CAPÍTULO 3

DISCUSSÃO

Entre opiniões otimistas e pessimistas em relação ao impacto da IA na Medicina e, especialmente, na Radiologia, é fato que ainda navegamos em incertezas quanto ao futuro. É essencial que nesse momento haja um planejamento consciente, e estudos aprofundados no assunto. Definitivamente, é notório que a IA se difere da inteligência humana em vários aspectos, mas a excelência da tecnologia em uma tarefa não implica necessariamente excelência nos outros ¹⁹.

São necessários mais estudos para investigar a precisão dos algoritmos de reconstrução baseados em aprendizagem profunda e sua capacidade de recriar estruturas raras e invisíveis, já que erros iniciais propagados ao longo do fluxo de trabalho radiológico podem ter efeitos adversos no desfecho do paciente ¹⁹.

Entre as visões otimistas, existe a defesa de que *machine learning* e IA sejam algo benéfico aos radiologistas. Isso porque possibilitam o aumento de seu valor, eficiência, precisão e satisfação pessoal⁶, além de permitirem o uso do tempo para outras partes de seus trabalhos - muitas vezes os mais recompensadores ²⁵.

O impacto da IA na rotina do radiologista provavelmente ocorrerá gradualmente. O software fornecerá dados que os profissionais não conseguem extrair das imagens, priorizará os exames de acordo com a gravidade da doença e, entre outros recursos, gradualmente se tornará parte da rotina. Apesar de já ser capaz de gerar partes do relato radiológico, a IA ainda não consegue integrá-la consistentemente aos dados clínicos, contribuindo de forma mais holística para o diagnóstico e tratamento individualizado do paciente. Essa função do radiologista levará mais tempo para ser replicado pelas máquinas ⁴.

A perspectiva mais provável é de que a prática da radiologia possa assimilar benéficamente métodos de IA, melhorando a qualidade e eficiência, complementando habilidades humanas insubstituíveis e notáveis^{5,14}, semelhante à introdução da imagem digital ^{5,8}.

É importante, porém, que os radiologistas aprendam sobre IA, sem precisar se tornar especialistas, tornando-se elementos críticos no processo de treinamento em IA, contribuindo com conhecimento,

supervisionando a eficácia e reduzindo a lacuna do conhecimento^{5,8,19}. Os radiologistas que souberem usar a tecnologia a seu favor terão uma clara vantagem sobre aqueles que resistem a ela⁴.

Esse assunto impacta diretamente àqueles que projetam a carreira na área. Os estudantes de medicina e recém residentes de Radiologia já começam a sentir as dúvidas quanto ao impacto de *machine learning*. Como uma das primeiras subespecialidades a discutir amplamente a integração da IA na Medicina, a Radiologia deve ter um importante papel de liderança na formação de estudantes de graduação baseada nessas tecnologias emergentes³.

Um estudo realizado com acadêmicos de medicina mostra a visão deles em relação ao futuro e a IA. Embora não tenham necessariamente uma compreensão dos princípios técnicos básicos, a maioria deles já havia ouvido falar dela e metade estava ciente da discussão recente do seu impacto na radiologia. A maioria não acha que os algoritmos serão capazes de fazer diagnósticos específicos em exames de imagem, mas está convencida de que a IA será capaz de detectar automaticamente patologias em exames de imagem e até mesmo automaticamente indicar exames apropriados. Apesar disso, a esmagadora maioria dos estudantes entrevistados estava confiante de que, no futuro próximo, ainda haverá a necessidade de médicos e radiologistas humanos³.

Um ponto interessante a ser discutido está no âmbito do ingresso nas residências médicas de Radiologia. Com o ganho de eficiência proporcionado pela IA, é possível que haja necessidade de menos radiologistas, embora não seja uma redução drástica. Isso implica em reduções apropriadas nas vagas de residência em radiologia. Como a competição por vagas de residência em radiologia e métodos diagnósticos por imagem tem diminuído nos últimos anos, provavelmente isso permitirá uma melhor adequação entre oferta e demanda⁶.

A história da automação na economia em geral tem uma mensagem tranquilizadora. Os trabalhos não estão perdidos; em vez disso, os papéis são redefinidos; os humanos são deslocados para tarefas que precisam de um elemento humano. Radiologistas não precisam temer a inteligência artificial, mas precisam adaptar-se a ela, mantendo seus próprios serviços para tarefas cognitivamente desafiadoras¹⁵.

Em contraponto a essa projeção otimista, Michael Walter et. al. colocam uma visão pessimista a partir da opinião de um radiologista. Segundo ele, não se deve concordar com a visão de que a tecnologia nunca será capaz de realmente assumir o trabalho dos radiologistas, defendendo que a IA se equivale a “um exército de radiologistas treinados com memórias fotográficas, QIs de 500 e sem necessidade de comida ou sono”⁷.

CAPÍTULO 4

IMPRESSÕES

Que o advento da IA na Radiologia trará mudanças para a área é evidente, resta saber o quão drásticas serão essas mudanças e em quanto tempo elas virão. As previsões teorizadas no meio deste alvoreço variam desde distopias em que esta tecnologia substitui completamente os radiologistas até utopias nas quais ela simplesmente auxilia os profissionais, sem assumir suas funções. A realidade mais possível, no entanto, está entre os dois extremos.

A integração das duas áreas ainda está em seus primeiros passos, e dada as atuais limitações e obstáculos encontrados pela IA, é provável que radiologistas não precisem se preocupar com seus empregos por pelo menos mais uma década ou duas.

A IA deve sim substituir o radiologista em algumas funções, mais especificamente nas quais um computador é mais preciso e rápido para executar. Profissionais poderão delegar tarefas tediosamente minuciosas como a análise quantitativa de lesões suspeitas para máquinas, e focar suas habilidades humanas em outras tão ou mais importantes.

Radiologistas que não se adaptarem às novas tecnologias estarão em desvantagem, enquanto aqueles que o fizerem terão acesso a ferramentas superiores de trabalho e serão elementos fundamentais no processo de treinamento das IA, sem precisarem de extenso conhecimento ou se tornarem versados nessa área.

Com algumas funções tomadas pela IA, em especial as mais repetitivas, é possível sim que o ganho de eficiência leve a uma menor necessidade de radiologistas em alguns serviços. E embora não constitua uma redução drástica, possíveis soluções devem ser pensadas e elaboradas com cuidado.

A muito longo prazo, a radiologia corre tanto perigo de substituição tecnológica quanto várias outras áreas dentro e fora da medicina. No entanto, atualmente e nas próximas décadas, a IA tem muito a oferecer ao campo, não representando uma ameaça, mas um meio de melhorar o desempenho e qualidade de vida do radiologista.

Na área da IA na Radiologia novas pesquisas e tecnologias estão sendo constantemente publicadas, e os avanços na aplicação clínica não deverão tardar, abrangendo os diversos métodos de exames diagnósticos por imagem.

BIBLIOGRAFIA

1. Schier R. Artificial Intelligence and the Practice of Radiology: An Alternative View. *J Am Coll Radiol.* 2018;15(7):1004-1007. doi:10.1016/j.jacr.2018.03.046.
2. Tang X, Wang B, Rong Y. Artificial intelligence will reduce the need for clinical medical physicists. *J Appl Clin Med Phys.* 2018;19(1):6-9. doi:10.1002/acm2.12244.
3. Pinto dos Santos D, Giese D, Brodehl S, et al. Medical students' attitude towards artificial intelligence: a multicentre survey. *Eur Radiol.* July 2018. doi:10.1007/s00330-018-5601-1.
4. Paiva OA, Prevedello LM. The potential impact of artificial intelligence in radiology. *Radiol Bras.* 2017;50(5):V-VI. doi:10.1590/0100-3984.2017.50.5e1.
5. Thrall JH, Li X, Li Q, et al. Artificial Intelligence and Machine Learning in Radiology: Opportunities, Challenges, Pitfalls, and Criteria for Success. *J Am Coll Radiol.* 2018;15(3):504-508. doi:10.1016/j.jacr.2017.12.026.
6. Recht M, Bryan RN. Artificial Intelligence: Threat or Boon to Radiologists? *J Am Coll Radiol.* 2017;14(11):1476-1480. doi:10.1016/j.jacr.2017.07.007.
7. Walter M. If you think AI will never replace radiologists - you may want to think again. *Radiology Business.* <https://www.radiologybusiness.com/topics/artificial-intelligence/if-you-think-ai-will-never-replace-radiologists-you-may-want-think>. Published 2018. Accessed March 10, 2019.
8. Sana M. Machine Learning and Artificial Intelligence in Radiology. *J Am Coll Radiol.* 2018;15(8):1139-1142. doi:10.1016/j.jacr.2017.11.015.
9. Su G, Grace. Unemployment in the AI age. *AI Matters.* 2018;3(4):35-43. doi:10.1145/3175502.3175511.
10. Levine MS, Rubesin SE, Laufer I. Barium Studies in Modern Radiology: Do They Have a Role? *Radiology.* 2009;250(1):18-22. doi:10.1148/radiol.2501080806.
11. Bluemke DA. Radiology in 2018: Are You Working with AI or Being Replaced by AI? *Radiology.* 2018;287(2):365-366. doi:10.1148/radiol.2018184007.
12. Hamet P. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism.* 2017;69:S36-S40. doi:10.1016/J.METABOL.2017.01.011.
13. Houssami N, Lee CI, Buist DSM, Tao D. Artificial intelligence for breast cancer screening: Opportunity or hype? *The Breast.* 2017;36:31-33. doi:10.1016/j.breast.2017.09.003.
14. Lee J-G, Jun S, Cho Y-W, et al. Deep Learning in Medical Imaging: General Overview. *Korean J Radiol.* 2017;18(4):570-584. doi:10.3348/kjr.2017.18.4.570.
15. Jha S, Topol EJ. Adapting to Artificial Intelligence. *JAMA.* 2016;316(22):2353. doi:10.1001/jama.2016.17438.

16. Tian Y. Detecting Pneumonia with Deep Learning. mc.ai. <https://mc.ai/detecting-pneumonia-with-deep-learning/>. Published 2018. Accessed March 10, 2019.
17. Erthal J. Detecting Pneumonia with Deep Learning: A Soft Introduction to Convolutional Neural Networks. <https://medium.com/datadriveninvestor/detecting-pneumonia-with-deep-learning-a-soft-introduction-to-convolutional-neural-networks-b3c6b6c23a88>. Published 2018. Accessed March 10, 2019.
18. Kersting K, Meyer U. From Big Data to Big Artificial Intelligence? KI - Künstliche Intelligenz. 2018;32(1):3-8. doi:10.1007/s13218-017-0523-7.
19. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. Nat Rev Cancer. 2018;18(8):500-510. doi:10.1038/s41568-018-0016-5.
20. van Laak J, Rajpoot N, Vossen D. The Promise Of Computational Pathology: Part 1. Pathologist. 2018;16-27. <https://thepathologist.com/inside-the-lab/the-promise-of-computational-pathology-part-1>.
21. D'Agaro E. Artificial intelligence used in genome analysis studies. EuroBiotech J. 2018;2(2):78-88. doi:10.2478/eibtj-2018-0012.
22. Mural RJ, Ralph Einstein J, Guan X, Mann RC, Uberbacher EC. An artificial intelligence approach to DNA sequence feature recognition. Trends Biotechnol. 1992;10:66-69. doi:10.1016/0167-7799(92)90173-S.
23. Olczak J, Fahlberg N, Maki A, et al. Artificial intelligence for analyzing orthopedic trauma radiographs. Acta Orthop. 2017;88(6):581-586. doi:10.1080/17453674.2017.1344459.
24. Kohli M, Prevedello LM, Filice RW, Geis JR. Implementing Machine Learning in Radiology Practice and Research. Am J Roentgenol. 2017;208(4):754-760. doi:10.2214/AJR.16.17224.
25. The Economist Group; AI, radiology and the future of work. Econ. 2018. <https://www.economist.com/leaders/2018/06/07/ai-radiology-and-the-future-of-work>.
26. GazzConecta. Startup de Cascavel cria robô que detecta Covid-19 através de raios-x. Gazeta do Povo. 2020. <https://www.gazetadopovo.com.br/gazz-conecta/startup-de-cascavel-cria-roboto-que-detecta-covid-19-atraves-de-raio-x-do-torax/>
27. Hickman SE, Woitek R, Le EPV, Im YR, Mouritsen Luxhøj C, Avies-Rivero AI, et al. Machine Learning for Workflow Applications in Screening Mammography: Systematic Review and Meta-Analysis. Radiology. janeiro de 2022;302(1):88–104.
28. Fischer AM, Varga-Szemes A, Martin SS, Sperl JI, Sahbaee P, Neumann D, et al. Artificial Intelligence-based Fully Automated Per Lobe Segmentation and Emphysema-quantification Based on Chest Computed Tomography Compared With Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease Severity of Smokers. J Thorac Imaging. maio de 2020;35 Suppl 1:S28–34.

29. Nishiyama A, Kawata N, Yokota H, Sugiura T, Matsumura Y, Higashide T, et al. A predictive factor for patients with acute respiratory distress syndrome: CT lung volumetry of the well-aerated region as an automated method. *Eur J Radiol.* janeiro de 2020;122:108748.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA RADIOLOGIA MÉDICA: INOVAÇÕES E TECNOLOGIAS ATUAIS E FUTURAS



Thallys Leal Silva
Weydler Campos Hóttz Corbiceiro
Cristina Asvolinsque Pantaleão Fontes
Leonardo Kayat Bittencourt
Igor Cardoso Cordeiro
João Lucas Martins Pillar



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE