

COMPUTAÇÃO COGNITIVA APLICADA À RADIOLOGIA

COGNITIVE COMPUTING APPLIED TO RADIOLOGY

Silvia Letícia Neves de Souza¹

Vivian Toledo Santos Gambarato²

RESUMO

O mundo passa por uma revolução na forma como as pessoas cuidam da saúde. O uso da Inteligência Artificial (IA) e da Computação Cognitiva na informação em saúde vem ganhando cada vez mais espaço, proporcionando agilidade, mobilidade, segurança ao paciente e na tomada de decisões, para um melhor diagnóstico e tratamento. Este trabalho enfoca o potencial da Computação Cognitiva no apoio ao diagnóstico de imagens médicas. Nesse contexto, através da revisão bibliográfica, este trabalho visa informar como a Computação Cognitiva pode melhorar e auxiliar as atividades humanas por meio de tecnologias que reconhecem e correlacionam padrões de dados complexos em diferentes formatos, neste caso no diagnóstico radiológico. Através desse trabalho, avalia-se que a Computação Cognitiva pode contribuir para o campo da radiologia, pois a profissão geralmente se baseia em análise de imagens de diferentes modalidades para complementar e auxiliar no diagnóstico clínico, dando assim mais liberdade de tratamento. No entanto, os médicos geralmente só distinguem diagnósticos igualmente possíveis com base em informações adicionais. Além das imagens, a Computação Cognitiva também pode ser aplicada combinando várias fontes de informação, tais como: bases de fontes públicas de artigos, imagens e diagnósticos, para obter diagnósticos mais precisos e específicos.

Palavras-chave: Aplicações da IA na radiologia. Informação em saúde. Inteligência artificial.

ABSTRACT

Brazilian lands are characterized by having low and high latitudes, making the country diverse considering rainfall and temperature, providing unique landscapes and particular spaces. Understanding the causes of impacts may arise a systemic view of the factors, contributing to modify harmful actions, thus generating possible environmental solutions. New production technologies, as well as specialized technical services in agricultural sector, have the potential to increase profitability, reduce losses and waste, contributing to an increase in quality. One of the main reasons why agricultural soils lose their productive capacity is erosion which causes severance, destabilizing natural balance between the soil and the environment. Thermohygrograph measures, with high precision, extreme air temperatures, and this is important to verify small differences in the times of occurrence of minimum temperatures between conventional and automatic weather stations. Results show that it is possible to understand the challenges of agriculture in relation to the climate and information technologies.

Keywords: Data. Sensors. GIS.

¹ Graduanda do curso de Radiologia. Faculdade de Tecnologia de Botucatu

² Professora da Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Avenida José Ítalo Bacchi s/n – jardim Aeroporto – Botucatu – SP CEP: 18606-855. Tel. (14) 3814-3004. e-mail: vivian.gambarato@fatec.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

A Computação Cognitiva baseia-se nos conceitos de Inteligência Artificial (IA) e aprendizado de máquina para descrever uma nova era da computação, na qual os sistemas possam interagir com os humanos por meio do entendimento da linguagem natural, ou seja, pela capacidade de aprender e reconhecer padrões semelhantes ao raciocínio humano (LEITE; NEVES, 2019).

A tecnologia é uma importante aliada para a rápida troca de informações entre médicos e as políticas de saúde, e a Ciência da Informação aumenta cada vez mais o seu campo de atuação. Uma das vertentes dessa ciência é a Computação Cognitiva que, conforme aponta Neves (2019), é uma disciplina que integra conceitos de Neurobiologia, Psicologia Cognitiva, Ciência da Informação e IA.

Dentre as várias linhas de pesquisa para a construção de sistemas inteligentes, destacam-se a conexionista e a simbólica (BARONE; BOESING, 2015). Lopes e Santos (2014) esclarecem que a linha simbólica destaca a aprendizagem baseada no raciocínio humano, com o objetivo de determinar explicações em comportamentos inteligentes derivados de características mentais e sistemas algorítmicos. Por outro lado, a linha conexionista é baseada na imitação do cérebro humano e seus componentes, como neurônios e suas conexões neurais.

As Redes Neurais Artificiais (RNA), conhecidas como modelo conexionista, que se desenvolveu significativamente nos últimos anos, tem como características a capacidade de aprender, adaptar, generalizar, agrupar ou organizar dados com estrutura operacional baseada em processamento paralelo. A modelagem matemática da RNA tem como base o modelo biológico humano. É formada por unidades de processamento (neurônios) que se comunicam por meio de conexões específicas (LOPES; SANTOS, 2014).

Souza (2020) destaca a aprendizagem profunda (*deep learning*), como uma técnica de aprendizado de máquina em que o programa permite que a RNA seja capaz de em grandes quantidades de dados, aprender e diferenciar padrões, como as pessoas fazem com o decorrer do tempo.

No setor de saúde, a Computação Cognitiva pode fornecer benefícios na geração de dados, apresentando como tratar doenças e colocar os pacientes no centro da gestão da saúde (LEITE; NEVES, 2019).

A Radiologia é uma das áreas de destaque onde a IA é usada. Os exames de raios X de tórax são comumente solicitados, sendo realizados aproximadamente 2 bilhões de exames a

cada ano em todo o mundo. Redes neurais convolucionais profundas (*DeepCNNs*) têm diagnosticado patologias em radiografias de forma eficaz. Foi o que demonstrou um teste de comparação de diagnóstico, realizado entre radiologistas e a IA, para compreender se a tecnologia poderia fazer um diagnóstico coerente com os propósitos dos radiologistas (TOPOL, 2019). Ainda segundo o autor, devido aos avanços tecnológicos e de métodos de imagem que ocorreram após as radiografias tradicionais terem sido substituídas por radiografias digitais, coloridas e de reconstruções multiplanares em 2D e 3D, grandes mudanças nos métodos de imagem tornaram o diagnóstico de pacientes mais preciso.

A Ciência da Informação está relacionada à Computação Cognitiva, e assim produtos, serviços e redes são criados com base na aplicação e cálculo de computadores na recuperação de informações. Os objetos se complementam, não competem. A IA é introduzida na medicina diagnóstica, utilizando computadores para analisar grandes quantidades de dados e estabelecer soluções para problemas médicos por meio de algoritmos definidos por especialistas na matéria (LOBO, 2017).

Ainda segundo Lobo (2017), os computadores armazenam e recuperam dados de imagem, como de Radiologia, Ultrassom, Ressonância Magnética (RM), Tomografia Computadorizada (TC), Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET), Ecocardiograma, Eletroencefalograma, Eletrocardiograma, dados de dispositivos vestíveis/corporais (*wearable devices*), e geram probabilidades de diagnóstico com base em algoritmos de decisão, que podem ser automodificados (*self improvement*), conforme os resultados obtidos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a contribuição da Computação Cognitiva para o campo da Radiologia, pois o processo diagnóstico pode se beneficiar da geração de dados e do poder da computação para minuciar as decisões clínicas.

2 DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

2.1 Informações em Saúde e Computação Cognitiva

Para evidenciar a importância do tema, cita-se o IBM Watson, que é uma plataforma que usa linguagem humana e IA para analisar grandes quantidades de dados e fornecer respostas. Todos os dias, uma grande quantidade de informações é criada, como fórmulas, fotos, postagens, artigos, pesquisas, entre outras. Em 80% dos casos, os dados não são estruturados e, portanto, invisíveis para os computadores e a tecnologia atual. O IBM Watson é um Sistema Cognitivo que pode entender, aprender e raciocinar a partir desses dados. É assim que setores

como saúde, varejo, bancos e serviços de viagens usam o Watson para se reinventar (CITIGLOBAL, 2021).

O Sistema Cognitivo tem forte influência no campo da saúde. De acordo com Widman (1998), o primeiro sistema especialista na área médica foi desenvolvido em 1970 pelo Dr. Shortliffe da Universidade de Stanford. Essa tecnologia foi capaz de recomendar antibióticos para casos de bacteremia ou meningite. O sistema tomava decisões com base em dados clínicos do paciente. Isso representa um marco na história da medicina e prova que a tecnologia cognitiva está presente e evolui.

Na área da saúde, além da Computação Cognitiva trazer benefícios como o ensino no tratamento de doenças, auxiliar na prevenção, detecção e identificação de doenças em estágio inicial, não se limita ao atendimento ao paciente, mas esses benefícios podem ser estendidos aos procedimentos operacionais, reduzindo custos desnecessários e melhorando passivamente os planos previamente executados. A Computação Cognitiva tem a capacidade de aprender, tirar conclusões e expandir as possibilidades humanas (LEITE; NEVES, 2019).

Para os autores, à medida que essas tecnologias evoluem, a necessidade de cirurgias invasivas e de alto risco diminui, pois permite um diagnóstico mais preciso através de um software que fornece imagens dos órgãos internos do paciente. Galastri (2010) descreve a primeira cirurgia robótica bem-sucedida. Nesse processo, não houve intervenção do médico, e a precisão foi ainda maior do que a operação manual. O desenvolvimento tecnológico na área médica é notável.

Schwab (2016) relata que tecnologias inspiradas no cérebro humano estão em todos os aspectos da vida dos sujeitos, bem como o Aprendizado de Máquina (do inglês *Machine Learning – ML*), Algoritmos de Rede Neural, Sistemas de Computação Cognitiva e IA com base no conhecimento da Neurociência. A IA é considerada um dos pilares da nova Revolução Industrial (Revolução 4.0) que afetou o mundo. Pode-se dizer que o impacto sistêmico dessas inovações está relacionado à integração e interação de tecnologias nos campos físico, digital e biológico. A vantagem dos sistemas cognitivos é que, ao contrário dos sistemas tradicionais programados com um conjunto de regras, eles visam estabelecer um diálogo entre esses domínios físico, digital e biológico.

Segundo Neves (2019), a Computação Cognitiva é a tecnologia de computação mais avançada e se expandiu com os avanços em *Big Data*, Internet das Coisas (IoT), Aprendizado de Máquina e IA. Ela permite a análise de dados precisos para gerar informações altamente complexas da perspectiva da linguagem, aprendizagem e interação com os sujeitos participantes. Ainda segundo a autora, no ambiente de saúde, os sistemas de IA, como o IBM

Watson, usam dados pessoais de saúde dos pacientes (incluindo informações genéticas) e uma grande variedade de informações disponíveis em bancos de dados públicos, livros e periódicos para ajudar a criar tratamentos mais eficazes (NEVES, 2019).

O IBM Watson é entendido como uma plataforma de tecnologia que usa processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina para gerar conhecimentos e usar grandes quantidades de dados para tomar decisões (SILVA; MATTOS, 2018).

O Watson Health é um software de *Big Data* com IA. O objetivo é reunir a maior parte dos dados de saúde de pessoas de todo o mundo para facilitar o trabalho dos médicos. Espera-se que ela possa tornar a medicina mais precisa, pois a IA é capaz de calcular informações sobre certos aspectos de outros pacientes com a mesma doença e seus estilos de vida, e mostrar qual método de tratamento funciona melhor nessas situações. Foi lançado em hospitais dos Estados Unidos em 2015, e em 2016 iniciou-se as negociações para se tornar parte de clínicas brasileiras. Os dados oriundos de laboratórios, hospitais e aplicativos de celulares são agrupados. A tecnologia, que funciona como uma espécie de *Google*, realiza a busca por especialidades (BARRETO, 2016).

Para a própria IBM, uma pessoa gera cerca de 200 *terabytes* de informações sobre sua saúde ao decorrer da vida, e 90% desses dados não são armazenados. Entende-se que, se os médicos conseguissem obter um histórico médico completo dos pacientes, a taxa de mortalidade seria reduzida em 20%. Só nos Estados Unidos, o diagnóstico completo pode gerar economia de 300 bilhões de dólares por ano (BARRETO, 2016).

O conceito de *Big Data*, advento tecnológico relacionado ao processamento de grandes volumes de dados, ganhou destaque devido às oportunidades e desafios que envolvem sua utilidade (SILVEIRA; MARCOLIN; FREITAS, 2015). A nomenclatura *Big Data* é um conceito abstrato que surgiu em meados de 2010. Designa as tendências de tecnologia que geram grandes quantidades de dados de diferentes fontes e formatos (CHEN; MAO; LIU, 2014).

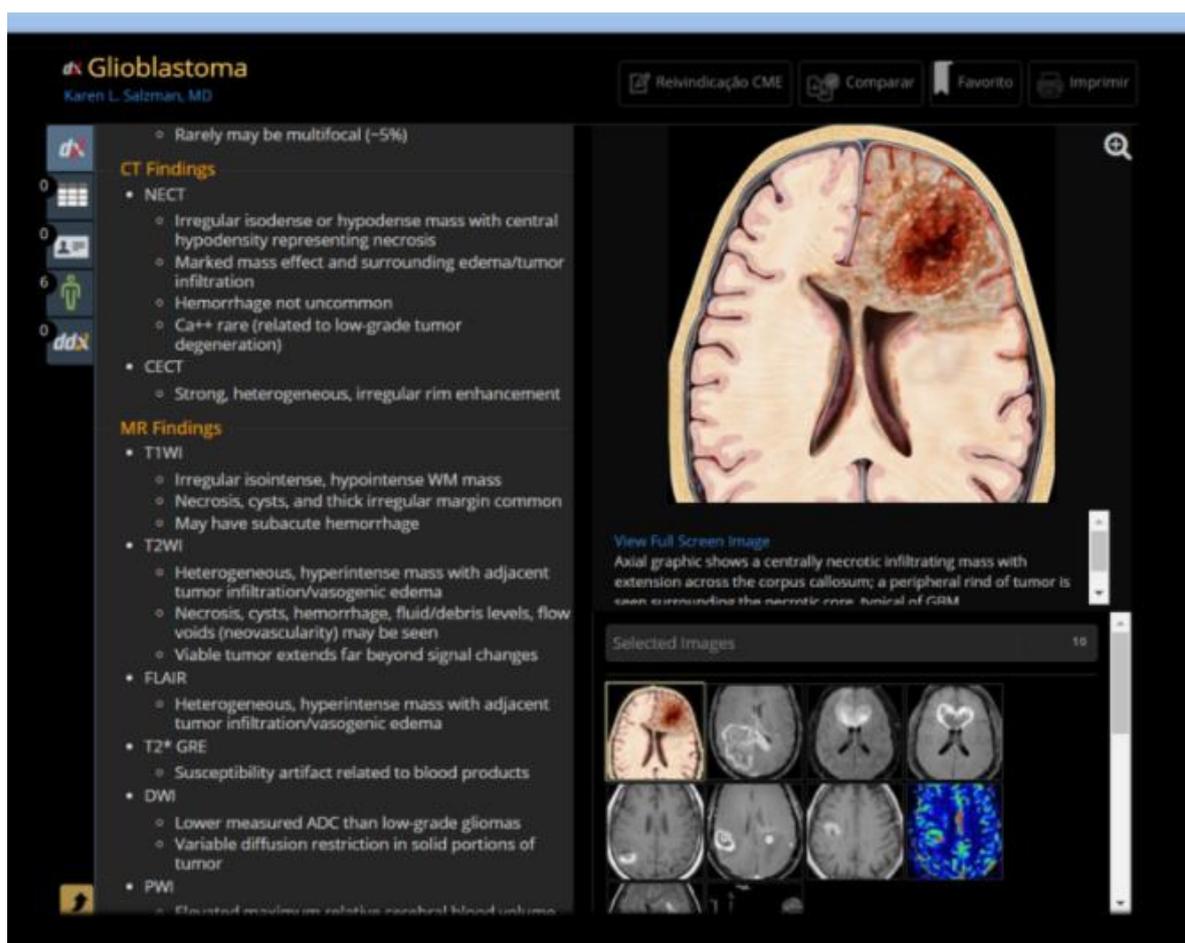
A plataforma IBM Watson pode ser usada para identificar e categorizar diagnósticos relevantes com base em evoluções clínicas registradas pelos médicos no Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP). O sistema pode ler as informações médicas do prontuário, comparar os sintomas correspondentes à doença e ao código da Classificação Internacional de Doenças (CID), além de comprovar quais medicamentos são eficazes para a patologia em questão. Usando dados não estruturados existentes, hospitais e clínicas podem obter informações sobre a classificação de diagnósticos e procedimentos. As soluções cognitivas irão garantir a

qualidade da leitura de registros médicos, extrair os diagnósticos primário e secundário do paciente e associá-los automaticamente a diferentes códigos de CID (CALVO, 2018).

Com a evolução, anamnese ou resumo de alta, o Watson faz a leitura e sugere a patologia encontrada ao médico, que não precisa modificar sua maneira de trabalho. Além disso, pode correlacionar e analisar dados identificados em codificação, para criar algoritmos preditivos relacionados à internação e custos hospitalares, e proporcionar aos pacientes uma melhor qualidade de vida e um melhor prognóstico (CALVO, 2018).

O acesso a plataformas baseadas em computador (FIGURA 1), que fornecem informações científicas e clínicas abrangentes, bibliotecas de imagens para comparação, são muito úteis para o apoio à decisão diagnóstica de radiologistas, mas a cognição humana ainda é a ferramenta mais poderosa (SABBATINI, 2018).

Figura 1. Plataforma de diagnóstico baseada em computador



Fonte: Status, 2018

Parte-se da estimativa que 80% dos exames apresentam resultados normais, 15% anormais, e 5% são difíceis de interpretar. A IA deve ser útil nos dois extremos, reduzindo o tempo de triagens e apoiando no diagnóstico complexo. Considera-se o fato de ser perigoso deixar a decisão para um algoritmo automático. Um diagnóstico errado ou tardio pode causar morte para o paciente. O *Deep Learning* é capaz de classificar milhares de imagens, contudo não considera que as alterações das imagens podem ser incompreensíveis, demandando um diagnóstico diferenciado (SABBATINI, 2018).

2.2 Computação Cognitiva aplicada à Radiologia

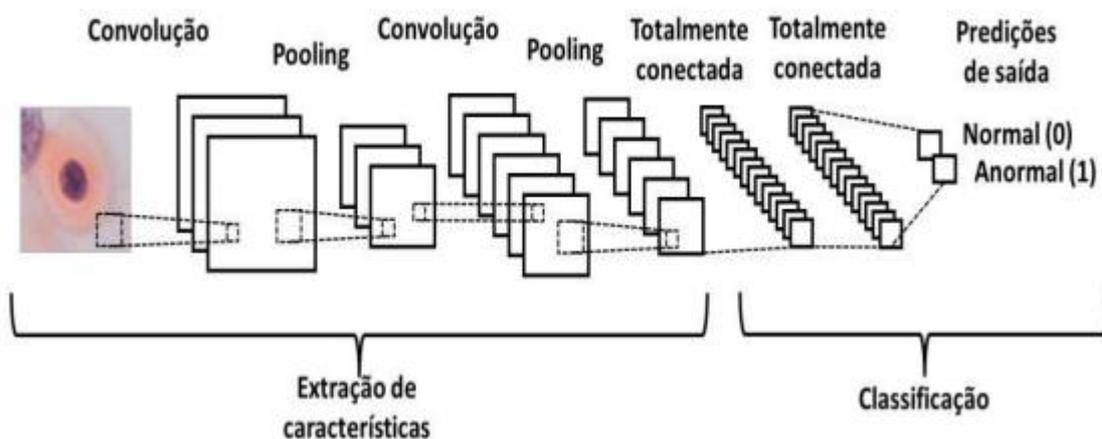
O uso da tecnologia de diagnóstico por imagem desenvolveu-se e otimizou a qualidade diagnóstica, aumentando a velocidade dos exames e reduzindo as doses para os pacientes. Em um futuro próximo, a inserção ou manutenção dos profissionais da radiologia no mercado de trabalho dependerá de uma adaptação, tendo em vista a importância da IA na Radiologia (SANTOS; CAMPOS, 2020).

Para Roth *et al.* (2018), a *Full Convolutional Network* (FCN – rede totalmente convolucional) usa treinamento de modelo de linguagem de *pixel* de segmentação ponta a ponta. Isso torna possível reconstruir imagens 3D de órgãos abdominais e torácicos com o suporte de um processador *Graphics Processing Unit* (GPU – memória de placa de vídeo). Este modelo atinge o desempenho mais avançado na segmentação automática de múltiplos órgãos da TC abdominal, com uma média de 90% dos dados testados em todos os órgãos-alvo.

As redes neurais convolucionais são consideradas um algoritmo de aprendizado profundo que podem capturar imagens de entrada e atribuir importância (como pesos e tendências) a vários aspectos e objetos da imagem para distingui-los de outros objetos (DATA SCIENCE ACADEMY, 2021).

Pesquisadores da Universidade de Ciência e Tecnologia da Noruega aplicaram filtros para detectar e localizar núcleos celulares em imagens médicas. Para tanto, implementaram e utilizaram o método mais avançado, uma geração chamada “*Mask R-CNN*”, que é uma rede neural convolucional desenvolvida para análise (FIGURA 2). Foi comprovado que a imagem segmentada detecta células-tronco em imagens médicas (HE, 2017).

Figura 2. Ilustração de uma estrutura de uma RNC, exemplificando a extração de características e classificação de uma imagem de célula

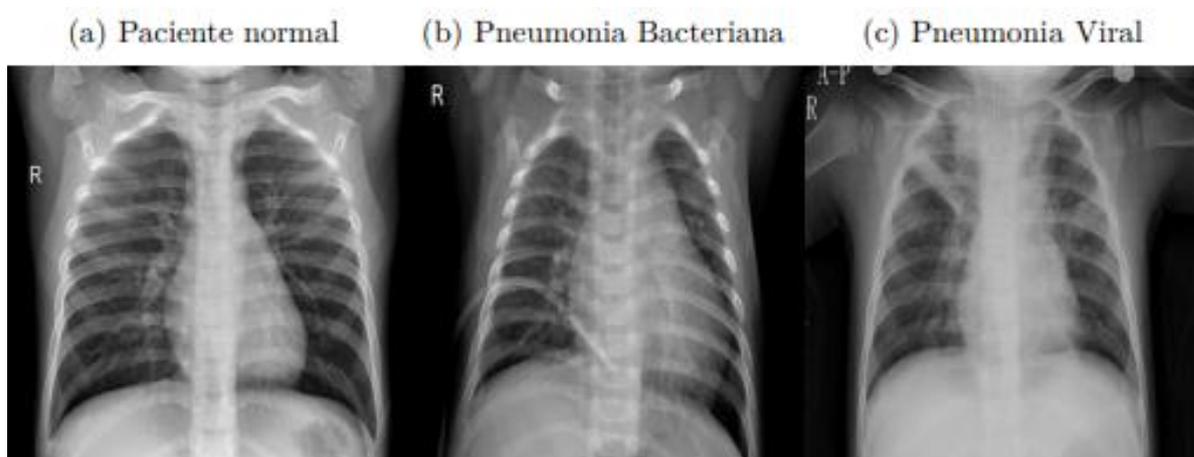


Fonte: Oliveira, 2020

Pesquisadores usaram Redes Neurais Convolucionais (CNN) para detectar evidências de pneumonia em radiografias de tórax (FIGURA 3). Para essa finalidade, usaram 158.323 radiografias de tórax de 3 instituições diferentes e descobriram que a CNN não apenas detecta os resultados, mas também pode lidar com informações dispersas (PARK; HAN, 2018; YAMASHITA *et al.*, 2018).

A Figura 3 demonstra a realização de um experimento baseado em imagens de uma base.

Figura 3. Imagens de raio X de pacientes com pneumonia detectada por redes neurais convolucionais



Fonte: Goldbaum, 2018

Liu *et al.* (2018) desenvolveram um modelo de rede neural de aprendizado profundo, utilizando imagens de TC para minimizar os defeitos nas imagens obtidas por PET-MRI (Tomografia por Emissão de Pósitrons-Ressonância Magnética) e melhorá-las, pois, a RM não consegue obter uma boa imagem da estrutura óssea. Eles usaram 30 imagens tridimensionais para treinar o modelo para avaliação em 10 pacientes e compararam as imagens geradas pelo modelo com as imagens adquiridas. Como resultado, a imagem é reconstruída com menos de 1% de falha, o que é diferente dos métodos tradicionais de reconstrução de imagem

Alguns pesquisadores da Universidade de Stanford, na Califórnia, criaram um sistema que usa algoritmos de aprendizado profundo para desenvolver uma rede neural convolucional de aprendizado profundo (CNN ou DNN de aprendizado profundo), e analisar imagens clínicas para diagnosticar doenças de pele, comparando seu desempenho no diagnóstico com o de dermatologistas. E assim, imagens inéditas de lesões comprovadas por biópsia foram exibidas. A CNN foi treinada com base em 129.450 imagens clínicas credenciadas e comprovadas por biópsia, que incluíram 2.030 doenças diferentes. O desempenho da CNN corresponde a todos os especialistas testados nas tarefas, demonstrando uma IA capaz de classificar o câncer de pele com um nível de competência comparável ao dos dermatologistas. A CNN de aprendizagem profunda foi superior aos dermatologistas na classificação do câncer de pele usando imagens dermatoscópicas. Dispositivos móveis equipados com redes neurais profundas têm o potencial de expandir o escopo de trabalho dos dermatologistas fora do consultório (PARK; HAN, 2018; YAMASHITA *et al.* 2018).

Liu *et al.* (2018) elucidam que a detecção de objetos de interesse ou lesões em imagens é uma função básica do diagnóstico, mas também é uma das tarefas mais intensas para os médicos. Essas tarefas incluem localizar e identificar pequenas lesões em todo o espaço da imagem. Sistemas de detecção assistidas por computadores são projetados para identificar automaticamente danos de alta precisão e reduzem o tempo de leitura de especialistas humanos.

Conforme Machado *et al.* (2021), a importância da IA na radiologia aumentará ao permitir melhor produtividade por meio de diagnósticos mais rápidos e precisos em situações que necessitam de tratamento imediato. Isso será feito usando algoritmos específicos e otimizados que irão realizar comparações entre imagens armazenadas em banco de dados.

A elaboração de laudos radiológicos com o apoio da IA e da Telemedicina poderá mudar a relação entre as pessoas e a tecnologia, afetando a qualidade de vida do homem. Isso envolve um diagnóstico mais qualitativo e quantitativo, rápido e eficaz (MORSCH, 2018).

Com a integração de sistemas, como *Radiology Information System (RIS)*, *Hospital Information System (HIS)* e *Picture Archiving Communication System (PACS)* é possível

fornecer laudos mais confiáveis e rápidos, com a comparação ou cruzamento de imagens resultantes do *Big Data*. A IA aponta possíveis patologias com o suporte de *deep learn*, e o médico radiologista pode aceitar ou não as indicações (AZEVEDO-MARQUES, 2005).

O impacto da IA no trabalho diário dos radiologistas deve ocorrer gradativamente. Os softwares fornecerão dados de imagens que não são possíveis de serem extraídos por especialistas, além de priorizarem exames de acordo com a gravidade, dentre outros recursos. A IA mostra que pode gerar relatórios radiológicos parciais com a descrição preliminar dos resultados de imagem e medição de algumas lesões. A principal contribuição dos radiologistas não é fornecer essas informações, mas saber integrá-las com os dados clínicos do paciente para fornecer métodos de diagnóstico mais abrangentes e individualizado (JHA; TOPOL, 2016; PREVEDELLO *et al.*, 2017).

Leite (2019) relata que a área de Radiologia, ou melhor de diagnóstico por imagem, nas últimas décadas, foi influenciada por novas tecnologias, que levaram às mudanças na forma como os radiologistas trabalham. As imagens digitais e os sistemas PACS modificaram a forma de realização de laudos de exames e permitiram o armazenamento de grande quantidade de imagens. Esses dados qualitativos e quantitativos constituem o *Big Data* das imagens médicas. Espera-se que os algoritmos de máquina possam assumir mais de 80% das atividades de radiologia, e o foco será no papel dos especialistas. A tecnologia não deve substituir os médicos, mas usar os recursos de aprendizado de máquina como um meio adicional, como o aprimoramento da inteligência. Uma parceria entre a máquina e o médico. Pode-se dizer que os tratamentos recomendados pelo IBM Watson se assemelham cada vez mais aos tratamentos médicos. Por exemplo, na Índia, o Watson já diagnosticou e passou tratamento 96,4% das vezes igual aos de equipes médicas. Mesmo que ele difira dos médicos, pode ocorrer maior aprendizado para médicos, radiologistas, para profissionais da saúde e até para a máquina.

A Radiologia é uma especialidade de apoio diagnóstico e terapêutico cujos procedimentos demandam atuação multiprofissional integrada e complementar, incorporando os complexos processos de tecnologia de ponta com grande investimento em equipamentos, técnicas e insumos cabendo ao radiologista alinhar os conhecimentos técnicos científicos aos administrativos para o efetivo desempenho de seu papel (AZEVEDO-MARQUES; SALOMÃO, 2009). Ainda segundo os autores, na prática, o radiologista manuseia equipamentos modernos e sofisticados, utilizando programas computadorizados. A tecnologia da informação trouxe a era digital interligando equipamentos com as imagens e laudos, armazenados em computadores e distribuídos sem limites de tempo e localidade. A radiologia digital revolucionou o cotidiano

da prática radiológica, impondo desafios de redução do custo do investimento inicial pelo aumento da produtividade e da qualidade das imagens.

Segundo Caritá *et al* (2008), “os sistemas de comunicação e armazenamento de imagem se tornaram a opção tecnológica preferida para as tarefas de transmissão armazenamento e visualização de dados na área de diagnóstico por imagem” os autores ainda afirmam que este sistema permite a recuperação de imagens baseadas em conteúdo (*Content-Based Image Recrivel- CBIR*), criado para extrair as características das imagens armazenadas no servidor PACS e indexá-las para posterior recuperação por similaridade.

A Radiologia já tem experimentado grande mudanças no mercado devido ao avanço da tecnologia e a IA estarem cada vez mais em ascensão, já que quanto mais curto for o tempo para laudar exames, fazendo com essa agilidade possa agir diretamente no aumento do tempo que o profissional terá para dar atenção e segmento ao diagnóstico do paciente, o que se torna um grande avanço na área da saúde, pois quanto mais rápido um diagnóstico mais chances para um tratamento precoce. Desta forma, o tecnólogo em radiologia também tem papel fundamental nesse processo, afinal a qualidade da imagem depende de uma boa realização de exames, posicionamento correto do paciente, orientações de preparo e seguir corretamente os protocolos estabelecidos para cada exame. Isso faz com que a imagem resultante seja de boa qualidade e possa ser utilizada de forma efetiva nos programas de auxílio ao diagnóstico.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Computação Cognitiva pode contribuir para o campo da Radiologia, uma vez que os profissionais demandam diferentes formas de análise de imagem para complementar e auxiliar no diagnóstico clínico. Devido à necessidade de distinguir diagnósticos, a Computação Cognitiva pode ser aplicada com base em informações adicionais, ou seja, combinando múltiplas fontes de informação para obter um diagnóstico mais preciso e específico.

A Computação Cognitiva ao gerar dados específicos, mostra como tratar doenças e colocar os pacientes no centro da gestão da saúde. Essa tecnologia pode ser introduzida na medicina diagnóstica, através de computadores e de algoritmos definidos por especialistas na área, e apresentar soluções para problemas complexos de forma dinâmica e rápida.

Um dos alicerces da Computação Cognitiva é a aprendizagem profunda, ou seja, uma rede capaz de absorver e manipular grande quantidade de dados e padrões, exatamente como os seres humanos fazem com o decorrer do tempo, mas de forma otimizada. Sem dúvida, a

Radiologia entra definitivamente em uma revolução de tecnologias nos campos físico, digital e biológico.

Além das tecnologias já citadas, ainda existe a tendência de uso de outras ferramentas como a cirurgia robótica, processamento de imagens médicas, auxílio computadorizado ao diagnóstico médico, realidade virtual em exames pediátricos para reduzir traumas entre outras possibilidades. Com a integração de diversos sistemas, com a comparação ou cruzamento de imagens de um banco de dados, a Computação Cognitiva sugere as melhores decisões possíveis, alcançando desempenho superior aos humanos, indicando patologias e soluções que podem ser acatadas ou não pelo profissional médico.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO-MARQUES, P. M de. Integração RIS/PACS no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto: uma solução baseada em web. **Radiol Bras**, v.38, n.1, p.37-43, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rb/a/4jmJwvS8SG75cn5NpZdzyPq/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 17 out. 2021.

AZEVEDO-MARQUES P. M., SALOMÃO S. C. PACS: Sistema de arquivamento e distribuição de imagens. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 3, n. 1, p. 131-139, 2009 Disponível em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/39>. Acesso em: 4 de jun. 2022

BARONE, D. A. C. BOESING, I. J. **Inteligência Artificial, Diálogo entre Mentes e Máquinas**. 1. ed. Porto Alegre, RS: AGE, 2015.

BARRETO, C. **Watson Health: tecnologia a favor da medicina de precisão**. 2016. Disponível em: <<https://pebmed.com.br/watson-health-tecnologia-favor-da-medicina-de-precisao/>>. Acesso em 22 nov. 2021.

CALVO, S. **Watson revoluciona prontuário eletrônico na Beneficência Portuguesa**. 2018. Disponível em: <<https://itforum.com.br/noticias/watson-revoluciona-prontuario-eletronico-bp/>>. Acesso em 28 nov. 2021.

CARITÁ E. C. *et al.* Implementação e avaliação de um sistema de gerenciamento de imagens médicas com suporte a recuperação baseada em conteúdo. **Radiologia Brasileira**, v. 41, p. 331-336, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/2500311>. Acesso em: 4 jun. 2022.

CHEN, M; MAO, S; LIU, Y. Big data: A survey. **Mobile Networks and Applications**, v. 19, p. 171-209, 2014. Disponível em: <https://www.scirp.org>> Acesso em 04 jun. 2022.

CITIGLOBAL. **Watson**. 2021. Disponível em: <<https://www.ctiglobal.com/watson/>>. Acesso em: 16 out. 2021.

DATA SCIENCY ACADEMY. **Introdução às Redes Neurais Convolucionais**. Disponível em: <https://www.deeplearningbook.com.br/introducao-as-redes-neurais-convolucionais/> 2020. Acesso em: 17 out. 2021.

GALASTRI, L. Primeira cirurgia realizada apenas por robôs é feita em Montreal. **Hypescience**, out. 2010. Disponível em: <http://hypescience.com/primeira-cirurgiarealizada- apenas-por-robos-e-feita-emmontreal/> Acesso em: 04 mai. 2022.

HE, K. Mask R-CNN. In: 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). **Anais**. IEEE, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICCV.2017.322>. Acesso em: 04 ago. 2021.

JHA, S; TOPOL, E. J. Adapting to artificial intelligence: radiologists and pathologists as information specialists. **JAMA**, v. 22, p. 2353-2354, 2016. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/2588764> >. Acesso em: 17 out. 2021.

LEITE, C. da C. Inteligência artificial, radiologia, medicina de precisão e medicina personalizada. **Radiol Bras**, v. 52, n. 6, p. 7-8, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/ys6VTJ75xZsQcnXwKyDbVMw/?format=pdf&lang=pt> >. Acesso em: 17 out. 2021.

LEITE, V. J. A; NEVES, B. C. Computação Cognitiva na perspectiva da informação em saúde. **Revista Fontes Documentais**, Aracaju. v. 02, n. 01, p. 60-66, jan./abr., 2019. Disponível em: <https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/fontesdocumentais/article/view/421>>. Acesso em: 16 out. 2021.

LIU, F. Deep Learning MR Imaging-based Attenuation Correction for PET/MR. *et al* Imaging. **Radiology**, v.286, n.2, p.676–684, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1148/radiol.2017170700>>. Acesso em: 17 out. 2021

LOBO, L. C. Inteligência Artificial e Medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, p. 185-193, jun. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/f3kqKJjVQJxB4985fDMVb8b/abstract/?lang=pt> >. Acesso em 17 out. 2021.

LOPES, I. L; SANTOS, F. A. O. **Inteligência Artificial**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MACHADO, B. A. da S. *et al*. Inteligência Artificial e os avanços no diagnóstico por imagem na radiologia. **RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar**, v.2, n.7, 2021. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/523/442>>. Acesso em: 17 out. 2021.

MORSCH, J. A. **Principais avanços da medicina usando a tecnologia médica**. 2018. Disponível em: <https://telemedicinamorsch.com.br/blog/tecnologia-na-medicina>>. Acesso em: 17 out. 2021.

NEVES, B. C. As perspectivas e aplicações da Computação Cognitiva em unidades de informação. In. XX ENANCIB. Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação.

Anais. 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/123114>>. Acesso em: 25 mai. 2022.

PARK, S. H; HAN, K. Methodologic guide for evaluating clinical performance and effect of artificial intelligence technology for medical diagnosis and prediction. **Radiology** v. 286, n.3, pág.800-809, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1148/radiol.2017171920>. Acesso em: 21 out. 2021

PREVEDELLO, L. M. *et al.* Automated critical test findings identification and online notification system using artificial intelligence in imaging. **Radiology**, v. 285, n.3, p.923-931, 2017. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28678669/>>. Acesso em: 17 out. 2021.

ROTH, H. R. *et al.* Deep learning and its application to medical image segmentation. **Med. Imag. Technol.**, v.. 36, n. 2, p. 63-71, Mar. 2018. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1803.08691>>. Acesso em: 17 out. 2021.

SABBATINI, R. M. E. **How would AI be used in radiology?** 2019 Disponível em: <<https://blog.dsacademy.com.br/como-a-inteligencia-artificial-seria-usada-em-radiologia/>>. Acesso em 28 nov. 2021.

SANTOS, N. M; CAMPOS, C. F. S. de. Inteligência Artificial aplicada à otimização do diagnóstico por imagem. In: Inteligência Emocional e Autodesenvolvimento. Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. **Anais.** ENEPE, 2020. Disponível em: <<http://www.unoeste.br/Areas/Eventos/Content/documentos/EventosAnais/564/anais/Sa%C3%BAde/Medicina.pdf#page=92>>. Acesso em: 17 out. 2021.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial.** São Paulo: Edipro, 2016. 160 p. Tradução: Daniel Moreira Miranda. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/A_Quarta_Revolu%C3%A7%C3%A3o_Industrial/XZSWDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=SCHWAB,+K.+A+Quarta+Revolu%C3%A7%C3%A3o+Industrial.+S%C3%A3o+Paulo&printsec=frontcover>. Acesso em: 16 out. 2021.

SILVA, A. M; MATTOS, R. IBM Watson como Ambiente para Desenvolvimento e Execução de um Chatbot – Um Estudo de Caso Aplicado ao Processo de Atendimento ao Usuário. **Conference Paper**, September, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net> Acesso em: 04 jun. 2022.

SILVEIRA, M; MARCOLIN, C. B; FREITAS, H. M. R. de. O big data e seu uso corporativo: uma revisão de literatura. In: Anais do IV SINGEP. **Anais.** São Paulo, 2015. Disponível em: <https://singep.org.br>. Acesso em: 04 jun. 2022.

SOUZA, E. P. de *et al.* Aplicações do Deep Learning para diagnóstico de doenças e identificação de insetos vetores. **Saúde em Debate [online]**, v. 43, p. 147-154, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sdeb/a/7vzCn9kMtmvWKRFRZcqYc8d/?lang=pt>>. Acesso em: 21 fev. 2022

TOPOL, E. J. High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. **Nat. Med.**, v.25, p.44–56, 2019. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41591-018-0300-7>>. Acesso em 16 out. 2021.

WIDMAN, L. E. Sistemas Especialistas em Medicina. **Informática Médica**, Campinas, v.1, n. 5, set./out. 1998. Disponível em:<<http://www.informaticamedica.org.br/informaticamedica/n0105/widman.htm> >. Acesso em: 16 out. 2021.

YAMASHITA R. *et al.* Convolutional neural networks: an overview and application in radiology. **Insights Imaging**, v. 9, p. 611-629, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13244-018-0639-9>>. Acesso em: 16 out. 2021.