

Uso da inteligência artificial na ressonância magnética para o diagnóstico da doença de Alzheimer: um artigo de revisão

Use of artificial intelligence in magnetic resonance imaging for the diagnosis of Alzheimer's disease: a review

Gabriela Silva^a , Ana Medeiros^{a*} , Beatriz Sabino^a , Catarina Britto^a , Homero José de Farias e Melo^a 

^a Centro Universitário São Camilo, São Paulo.

* Correspondência: gabrielanascimentos1@outlook.com

RESUMO

Objetivo: A Doença de Alzheimer (DA) é uma doença neurodegenerativa que tem sido a principal responsável pelos casos de demência no mundo. Novas abordagens terapêuticas têm sido desenvolvidas para o diagnóstico correto, como o uso de técnicas de inteligência artificial. Sendo assim, este artigo teve como objetivo a produção de uma revisão bibliográfica sobre seu uso no diagnóstico do Alzheimer. **Fontes dos dados:** Foram realizadas buscas de artigos em português e em inglês e com data de publicação entre 2003 e 2020, os quais foram encontrados em bases de dados como Scielo, Lilacs, Google Scholar e Pubmed. Os critérios de escolha levaram em consideração concordância entre autores, observação do título e referências, leitura minuciosa e seleção dos de interesse para o trabalho. **Síntese dos dados:** Exames radiológicos podem ser inconclusivos, necessitando de técnicas que otimizem a precisão dos resultados. As técnicas de inteligência artificial possuem o objetivo de utilizar métodos computacionais que analisam, de forma rápida, inúmeras imagens de bancos de dados, ajudando a identificar e classificar alterações, além de aprimorar sua capacidade de detecção ao longo do tempo de uso e possuir aplicação em outras doenças. **Conclusões:** O uso da Inteligência Artificial na Doença de Alzheimer se mostra promissor e deve ser implementado na rotina diagnóstica de saúde, de forma que se garanta um diagnóstico precoce dos pacientes e um acompanhamento multidisciplinar adequado.

ABSTRACT

Objective: Alzheimer's Disease (AD) is a neurodegenerative disease which has been the main cause of dementia worldwide. New therapeutic approaches have been developed for the correct diagnosis, such as the use of Artificial Intelligence techniques. Therefore, the goal of this article is to product a literature review about using it for Alzheimer's diagnosis. **Data Sources:** Research using Portuguese and English articles, with publication between 2003 and 2020, which were found in data bases like Scielo, Lilacs, Google Scholar and Pubmed. The criteria considered agreement between authors, observation of title and references, through reading, and selection of data of interest for this work. **Data Synthesis:** Radiologic exams can be inconclusive and need techniques that optimize the precision of results. Techniques of Artificial Intelligence have the objective of using computational methods that analyze faster innumerable images of data bases helping to identify and classify alterations. Besides improving the detection capacity over time it also has application in other diseases. **Conclusion:** The use of Artificial Intelligence in Alzheimer's Disease is promising and should be implemented into the diagnosis routine of health, in a way that guarantees an early patient diagnosis and an adequate multidisciplinary follow-up.

HISTÓRICO DO ARTIGO

Enviado: 15 janeiro 2021

Aceito: 27 maio 2022

Publicado: 07 outubro 2022

PALAVRAS-CHAVE

Diagnóstico, Inteligência Artificial, Doença de Alzheimer, Ressonância Magnética, Aprendizado Profundo, Aprendizado de Máquina

KEYWORDS

Diagnostic, Artificial Intelligence, Alzheimer Disease, Magnetic Resonance, Deep Learning, Machine Learning

Introdução

Juntamente ao envelhecimento populacional e aumento da expectativa de vida dos idosos, há as patologias relacionadas à senescência, entre elas a doença ou mal de Alzheimer (DA). O mal de Alzheimer é uma doença neurodegenerativa e progressiva que engloba vários sinais e sintomas associados ao declínio de memória e ao déficit em domínios cognitivos, tais como linguagem, percepção e atividades motoras, ocasionando uma incapacidade de realizar atividades básicas e rotineiras e perda de autonomia [1, 2, 3].

Estudos demonstram que quanto mais cedo a pessoa é diagnosticada melhor é seu prognóstico, pois os tratamentos e métodos de intervenção para retardar o progresso da doença são aplicados antes do paciente apresentar sinais característicos do Alzheimer em estágio avançado, aumentando sua qualidade de vida [1, 4, 5, 6]. O cérebro de pacientes com Alzheimer possui regiões difusamente atrofiadas, principalmente nos lobos temporais, frontais e parietais, em conjunto à perda de neurônios, degenerações sinápticas corticais, placas senis extracelularmente e novos neurofibrilares

intracelularmente. Muitos pacientes, apesar de possuírem todas essas lesões, muitas vezes ainda não apresentam os sinais e sintomas característicos do Alzheimer clinicamente, tornando difícil o diagnóstico pelos neurologistas [3, 2,].

Com imagens de Ressonância Magnética (RM) Estrutural e a RM Funcional em estado de repouso, é possível detectar essas lesões, podendo levar a um pré-diagnóstico [7, 6]. Ainda assim, o especialista pode não conseguir diagnosticar com precisão, principalmente pelas lesões apresentadas também aparecerem em outros tipos de demência e pelo paciente poder estar na chamada fase prodrômica ou pré-clínica, na qual sinais e sintomas são, ainda, muito inespecíficos para um diagnóstico certo. Assim, é de extrema importância o auxílio por técnicas de Inteligência Computacional (IA) para evitar erros diagnósticos e fornecer ao paciente os métodos de intervenção quanto previamente for possível. Entre as IAs, há as Redes Neurais Multilayer Perceptron, Redes Neurais de Aprendizado Profundo, Deep Learning, Learning Machine, dentre outras [8, 7, 9, 6].

Esses sistemas são alimentados em redes neurais de

computadores, os quais armazenam, recuperam e analisam dados de diferentes pessoas com o mesmo distúrbio e seguem algoritmos definidos por especialistas, sendo capazes de analisar semelhanças nos exames de imagem de ressonância e ajudar no diagnóstico correto da doença [7, 9]. Neste artigo de revisão, será relatado detalhadamente os usos da Inteligência Artificial nas imagens por Ressonância Magnética para o diagnóstico da DA, tendo em vista sua importância e seus métodos no rastreamento da doença abordando áreas cerebrais anormais como atrofia, danos ou perdas [1, 6].

Objetivo

Esse trabalho teve como objetivo a produção de uma revisão bibliográfica das técnicas de inteligência artificial para o diagnóstico do Alzheimer. A inteligência artificial permite que haja o diagnóstico correto, além de o tornar mais eficiente e conseqüentemente permitindo o tratamento, de forma a melhorar o bem-estar das pessoas acometidas com a doença.

Métodos

Para encontrar os estudos que tratam sobre o assunto em questão neste artigo, foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônicos Scielo, Lilacs, Google Scholar e Pubmed com as palavras chaves Artificial Intelligence, Alzheimer Disease, Diagnostic, Magnetic Resonance, Deep Learning, Machine Learning e seus correspondentes em português, com os filtros do idioma (português e inglês) e ano de publicação (2003 a 2020). Após a aplicação dos critérios de exclusão (artigos iguais, correlação entre o título e o resumo com o objetivo do trabalho e concordância entre autores) restaram 38 artigos.

Para a seleção dos artigos houve a análise dos quatro autores, garantindo-se que não houvesse nenhuma divergência entre as ideias. Após um consenso, definiu-se, então, quais dos selecionados serviriam de base para o trabalho. Inicialmente, a apuração foi feita através dos títulos, seguido pela devida leitura, observação das referências para avaliar a qualidade das informações e descarte dos que não atingiriam a finalidade desejada. Por fim, foram aprovados aqueles que possuíam apenas as informações de interesse para o trabalho.

Desenvolvimento

A necessidade por um diagnóstico precoce e definitivo da Doença de Alzheimer faz da ressonância magnética utilizando a inteligência artificial (IA) uma ferramenta de extrema importância, principalmente levando em consideração que, ainda hoje, o diagnóstico da DA é feito pela exclusão de outras demências e é confirmado apenas com autópsia do tecido cerebral, após a morte do indivíduo [10]. Atualmente não existe cura para o Alzheimer. Entretanto, se diagnosticada precocemente, é possível identificar os pacientes que possuem alto risco

de desenvolvê-lo completamente, diminuindo a incidência da doença [11, 12, 13].

O diagnóstico precoce também é realizado por outros procedimentos como o teste neuropsicológico e estudos com ensaio do líquido cefalorraquidiano, mas estudos defendem que a neuroimagem é bem mais promissora, principalmente por ser menos invasiva, pelo uso de biomarcadores e pela possibilidade de se diferenciar diferentes demências [14, 15]. Ademais, uma varredura de RM estrutural de alta resolução requer apenas 5 a 10 minutos de tempo de aquisição, além de ser uma técnica amplamente disponível e seus métodos de análise já estarem estabelecidos desde o início de 1990 [16].

A neuroimagem é de exímia importância nos diagnósticos de doenças cerebrais, porém, mesmo com todo o acervo existente, ainda não existe nenhum método ou biomarcadores que possam afirmar com 100% de certeza o diagnóstico de distúrbios cerebrais, embora as análises existentes possuam várias vantagens. O desafio resulta em inúmeros estudos com o objetivo principal de prevenir ou impedir a progressão da doença de Alzheimer [17].

O hipocampo é uma das primeiras áreas afetadas na DA e, por essa razão, é essencial que os exames foquem inicialmente nesta região para que seja possível descobrir a doença precocemente. Logo, algumas mudanças neurobiológicas podem acontecer anos antes dos reais sintomas do Alzheimer surgirem, como o comprometimento cognitivo leve (MCI) [2, 18]. Um dos primeiros sintomas da DA é a perda de parte da memória, principalmente quando se trata da memória episódica, ou seja, memória de fatos recentes e alterações na linguagem [19].

Algumas alterações ocorrem antes mesmo do aparecimento dos sintomas, observadas principalmente no lobo temporal medial, incluindo córtex entorrinal e hipocampo, seguido por dano neocortical progressivo. A atrofia é acompanhada por perda microestrutural (dendrítica, mielina e axonal) e alterações de metabólitos, sendo que a maneira mais simples de avaliar a atrofia dos lobos temporais mediais é por inspeção visual de ressonância magnética coronal ponderada em T1 [20, 21, 18].

Dois anormalidades são consideradas frequentes e diagnosticáveis pela RM no paciente com doença de Alzheimer: camadas densas de proteína depositadas intra e extracelularmente às células nervosas e áreas de fibras nervosas danificadas e emaranhadas dentro dos neurônios. Além disso, o córtex cerebral se encontra menor que o normal e os ventrículos expandidos. Essas duas últimas características são utilizadas para delinear o prognóstico da doença [22].

As alterações mais observadas em exames de RM de pacientes que possuem DA foram na região do hipocampo e lobo médio temporal, onde foi possível observar que a ativação da região foi diminuída. Outras

áreas, como o córtex pré-frontal ventro-lateral, apresentaram aumento de ativação que pode ter efeito compensatório a outras que não estão sendo ativadas corretamente. Este aumento na ativação pode ser resultado de uma deterioração cognitiva. Além disso, para auxiliar o diagnóstico também se considera a utilização da RM por espectroscopia, que fornece informações químicas e fisiológicas das amostras em questão. [20, 23].

Podemos observar também biomarcadores. Os marcadores biológicos que indicam a integridade neuronal em pacientes com Alzheimer incluem: a diminuição da concentração de N-acetilaspártato em diversas regiões cerebrais e aumento de mioinositol, a creatinina, importante no metabolismo energético, a atrofia com redução acentuada do volume cerebral, falha na remoção de peptídeos A β com consequente acumulação e formação de placas amiloides, ocasionando modificações na plasticidade sináptica e integridade neuronal, além da adulteração de proteínas como a proteína τ , desestabilizando microtúbulos e formando emaranhados neurofibrilares. [20, 24, 23].

Dentre todos os marcadores de DA, a atrofia do hipocampo detectada pela MRI é o mais reconhecido, e pode ser correlacionada com os déficits cognitivos que aparentam ser inevitáveis e progressivos. Os principais locais de deposição de tau embasados na MRI geralmente estão ao longo da via hipocampal polissináptica. As atrofia nos lobos parietais e frontal estão relacionados com a perda neuronal que conduzem a quadros de distúrbios na fala, no comportamento e nas funções visuo-espaciais. [21,18].

Além da detecção dessas alterações e estruturas, a avaliação médica incluindo registros anteriores do paciente, exames neurobiológicos e de estado mental são de extrema importância para confirmar o diagnóstico. A ressonância magnética estrutural e a funcional em estado de repouso são essenciais principalmente pelo fato de se conseguir analisar as diferentes atividades do cérebro e mudanças que possam ser consideradas de atenção [4, 7, 22].

A RM funcional é de extrema importância principalmente por seu efeito BOLD. Por ele, há a possibilidade de se detectar a atividade neuronal enquanto o paciente realiza alguma tarefa rotineira. O efeito tem como base a observação do aumento no consumo de oxigênio local e análise de alterações na intensidade do sinal na RM causadas pela ativação cerebral. No estado de repouso, analisa as flutuações BOLD síncronas que incluem a Rede de Modo Padrão, o qual é ativo durante períodos de repouso e se encontra alterado em pacientes com DA na região do córtex frontal medial anterior e no córtex cingulado [23].

Entre as diversas possibilidades da RM, incluem-se aquisições de RM de campo ultra-alto 3D ponderadas em T1 com resolução isotrópica de aproximadamente 1mm, pela qual é possível detectar e avaliar atrofia cerebral;

a segmentação de imagens pode fornecer medidas reproduzíveis do volume hipocampal, detectando alterações sutis não visíveis em medições volumétricas globais; pode-se combinar com biomarcadores para tornar o diagnóstico mais preciso [25, 4, 26, 27].

A ressonância proporcionou um grande avanço em imagens, principalmente encefálicas, pois possui alto contraste para tecidos moles e possibilidades de cortes em planos diferentes, além de que, ao ser combinada com a inteligência artificial, obteve-se um salto em diagnósticos de doenças neurológicas, como a DA [28, 29]. Conforme Kehoe et al. 2014, os sistemas de IA na MRI para o diagnóstico de DA possui competências suficientes para distinguir grupos controles saudáveis de pacientes com a doença, desde graus mais leves (como MCI) até graus mais críticos da doença, além de poder diferenciar de outras neurodegenerações. Para essas funções, é considerado o uso de biomarcadores, os quais possuem uma alta efetividade no diagnóstico precoce da doença de Alzheimer indicando sua progressão, podendo ser reconhecidos e quantificados, sozinhos ou em agrupamento, em pacientes com DA, por algoritmos da IA [30, 9].

Por mais que existam todas essas características encontradas em estudos de anos acompanhando a progressão e quais alterações ocorrem, ainda assim há risco de falso-positivo e a meta de um diagnóstico certo acaba por não ser atingida. É neste quesito que entra a inteligência artificial como um complemento aos exames de imagem e conhecimento dos médicos especialistas, já que a tecnologia possui a capacidade de comparar diferentes resultados buscando padrões com rapidez e ajudar a concluir o diagnóstico [18].

São aplicadas técnicas computacionais para a obtenção das variações linguísticas que são comparadas a variáveis clínicas tradicionais, fazendo a inclusão do histórico pertinente do paciente, como histórico médico e informações genéticas, medindo o valor do prognóstico extraído. Variáveis não linguísticas como a idade e sexo também são levadas em consideração para a efetuação do prognóstico [13].

Os testes incluem uma avaliação do raciocínio, como a nomeação de objetos, memória, atenção e habilidades linguísticas. Essa previsão é baseada em dados coletados nos pacientes sem traços da DA e em computadores capazes de lidarem com dados multivariados do desempenho linguístico. Estes testes demonstraram que o início futuro da DA é associado com uma insistência na repetição da fala, erros ortográficos e fala reduzida, onde palavras são omitidas [13].

Uso da inteligência artificial no diagnóstico da DA

A inteligência artificial é uma tecnologia recente, que tem como principal objetivo o desenvolvimento e a aplicação de métodos computacionais que reproduzem ações humanas, ou seja, acabam tomando decisões sobre um determinado assunto de uma maneira autônoma, sem

que haja a interferência do homem, tendo em vista que as ações do IA são baseadas em bancos de dados [31].

Em comparação aos principais equipamentos de obtenção de imagem, a tomografia e ressonância magnética são os que mais se destacam para o diagnóstico em questão [32]. Os métodos de aprendizagem de máquinas estão sendo muito visados ultimamente, isso porque os exames radiológicos tal como a Ressonância Magnética podem possuir ambiguidades. Ao passar dos anos, a gama de exames realizados aumentou consideravelmente, assim como sua precisão. Isso acabou gerando dificuldade para o profissional de radiologia, por mais experiente que seja. Por esse motivo que sistemas computacionais para o apoio do diagnóstico estão sendo bastante estudados e elaborados, tendo então o objetivo de otimizar os exames radiológicos, levando a uma maior precisão [8].

A fim de facilitar a análise das imagens obtidas no exame por profissionais da área, adquiriu-se o emprego de inúmeras técnicas de inteligência computacional que ajudam a identificar características que não estão inteiramente explícitas na imagem, a classificar e a diagnosticar a DA. A inteligência artificial (IA) tem sido utilizada no campo da medicina para auxiliar em diversas funções, desde a obtenção de dados dos pacientes até no aprimoramento das aquisições de imagens. Melhorias como a eliminação de ruídos, maior rapidez na varredura de imagens em MRI, a melhora na resolução espacial e até mesmo a diminuição do nível de radiação emitido pelos equipamentos de diagnóstico por imagem foram exequíveis [33].

Vários estudos, como demonstrado na revisão de Zamrini, Santi, Tolar, 2004, concluíram que os testes cognitivos, sem qualquer outro teste de imagem complementar, são inadequados e inconclusivos para diagnosticar certeira a doença de Alzheimer. A confiabilidade varia de razoável ou moderadamente confiável a bom, deixando uma margem de erro significativa [5].

A IA utilizada no diagnóstico por imagem ainda não é capaz de interpretar imagens de exames e gerar relatórios sozinha. Seu mecanismo é baseado em classificadores os quais se apoiam em dados fornecidos por outros exames de imagem, sendo capaz de auxiliar o radiologista na interpretação das imagens de maneira mais rápida e precisa, identificando possíveis anormalidades. Por exemplo, se o sistema de IA for treinado para identificar células neoplásicas, ele irá gerar respostas mais rápidas em exames que aparentam ser neoplasias, otimizando tempo e aumentando o rendimento do radiologista [33].

Quando usamos esse sistema para análise de imagens de RM de pessoas ainda não diagnosticadas com probabilidade de apresentarem DA, as imagens armazenadas nestes computadores são analisadas pelo próprio sistema, o qual gera probabilidades de diagnóstico possíveis baseadas em algoritmos

estabelecidos e características padrão. Além disso, pode também se automodificar em decorrência de resultados obtidos com outros pacientes ao longo do tempo (self improvement) melhorando a precisão diagnóstica e diminuindo cada vez mais os erros médicos [34].

Existem inúmeras técnicas de Inteligência computacional, como por exemplo as Redes de Aprendizagem Profundas, Aprendizado de Máquina, Rede Neural Convolucional, entre outras [8]. Abordaremos algumas a seguir:

Técnicas de Inteligência Computacional

Um dos métodos de maior interesse dentro da inteligência artificial tem sido o de Aprendizado de Máquina (do inglês Machine Learning) que tem como fundamento o reconhecimento de padrões embasados em ocorrências ou experiências posteriores. Esse método pode ser aplicado para categorizar imagens de diversos exames radiológicos, utilizando então variadas características, para detecção de diferentes doenças [8].

Esta técnica pode ser classificada em aprendizado supervisionado e não supervisionado [35, 8]. Nesta revisão abordaremos apenas sobre os algoritmos de aprendizado supervisionado, pois são mais utilizados em dados de doenças neurodegenerativas. Portanto, no aprendizado supervisionado, a partir de informações verdadeiras proporcionadas por especialistas humanos, o algoritmo consegue se desenvolver com base em respostas já esperadas. [8]. Esta técnica requer um conjunto de dados rotulados para aprender. No entanto, é preciso efetuar a rotulação, por exemplo, de um compilado de imagens de RM, para que o algoritmo de aprendizado de máquina associe a imagem de entrada e o rótulo. Logo, esse sistema reconhecerá padrões e permitirá a previsão de novos rótulos [35].

Outra área da IA que vêm ganhando interesse é a de Aprendizado Profundo (do inglês Deep Learning), utilizada na interpretação de imagens. Nela existem algoritmos que integram processos de extração de atributos e classificação de imagens dentro da própria rede neural, reduzindo a necessidade de pré-processamentos ou segmentação [8].

Nos sistemas de Deep Learning (DL) é permitido a caracterização da DA em imagens de ressonância magnética a partir de modelos computacionais, esses modelos são compostos por diversas camadas de processamento. A DL é capaz de retirar suas próprias informações, evitando a subjetividade do especialista, como ocorre no modelo clássico da Machine Learning [36].

Na área de aprendizado profundo, o campo que mais se destacou na medicina foi a Rede Neural Convolucional (CNN – Convolutional Neural Network) [8], importante para captar e classificar imagens. Esta rede foi desenvolvida para demandar a menor quantidade de pré-processamentos possíveis quando comparadas com outros algoritmos, sendo este realizado de maneira

oculta nas camadas convolucionais [11].

Diferentemente de redes tradicionais (exemplo: MLP — Multi-Layer Perceptron), as CNN possuem um processo de extração das características da imagem, que ocorrem devido a aplicação de um filtro kernel na imagem de entrada. Para isso, essas redes possuem principalmente três tipos de camadas: camada convolucional, camada pooling e fully-connected (totalmente conectadas) [11].

Os sistemas de diagnóstico, em específico neste artigo a MRI, quando auxiliado por uma técnica de inteligência artificial como a Learning Machine, pode obter resultados muito mais acurados, ajudando o profissional radiologista na interpretação dos dados da neuroimagem, além da detecção de detalhes importantes imperceptíveis. Entre os algoritmos de aprendizagem, das técnicas com fins de classificação estão as máquinas de vetores suporte (SVMs – do inglês Support Vector Machines), que têm sido utilizadas no auxílio de análises de imagens de MRI aperfeiçoando os resultados dos exames de doenças [35].

De acordo com o estudo citado por Myszczyńska 2020, o SVM foi utilizado na diferenciação entre exames de MRI em pacientes com diferentes graus de Alzheimer para conseguir diferenciá-la de outras doenças degenerativas e de grupos controles saudáveis. Além disso, com essa técnica, também foi possível a predição da evolução de MCI para DA de maneira mais precisa do que as abordagens tradicionais. Entre vários algoritmos diferentes para testar a capacidade de diferenciação entre DA, MCI e outras demências, aquela que mais se sobressaiu foi a de SMV. Essa diferença, que também é capaz de diferenciar entre indivíduos saudáveis, é baseada em recursos de audiovisuais e de linguagem, analisando a habilidade do paciente em responder perguntas, verificando se há atrasos e mudanças de tom, pela análise do contato visual e feições do rosto [35].

Em um outro estudo, apresentado por Signaevsky et. al, 2019, foi abordado métodos fundamentados no aprendizado de máquina, com o intuito de obter informações avaliativas e quantitativas sobre imagens neuropatológicas, em especial a DA. Nele foram avaliados, a partir do Deep Learning, os emaranhados neurofibrilares do tecido cerebral pós-morte com auxílio de classificadores de aprendizado profundo, outras plataformas de informática e dados fornecidos por especialistas humanos. Com isso, foram descobertos que as redes neurais de aprendizagem profunda são capazes de identificar e quantificar emaranhados neurofibrilares profundo. sendo então, o uso do aprendizado de máquina uma ferramenta eficiente no auxílio do diagnóstico da DA [37].

Outro método utilizado de IA seria o MCADNet, esse algoritmo de aprendizado profundo (deep learning) é baseado em rede neural convolucional que reconhece comprometimento cognitivo leve, característico de estágios iniciais de DA, e pacientes que já apresentam a

doença em estágios mais avançados, usando imagens de RM estruturais e funcionais. Assim o sistema atua, juntamente a um algoritmo de tomada de decisão, seguindo uma classificação programada e otimizada [38].

A morfometria baseada em Voxel (VBM) é outra técnica usada. Segundo Savio et al., 2009, o procedimento inclui: normalização espacial das imagens dos pacientes em um espaço padrão; segmentação de classes de tecido usando mapas de probabilidade a priori; suavização para reduzir o ruído e pequenas variações e testes estatísticos de voxel. Após a aquisição das imagens é realizado um pré-processamento para comparar valores de voxels em cérebros normais e cérebros morfologicamente diferentes, em sequência as imagens são registradas. [10, 24]

Por fim, faz-se uma análise estatística pelo Modelo Linear Geral para verificação e comprovação de alterações cerebrais. Após o procedimento, as imagens de RM podem ser utilizadas para a classificação do distúrbio, seja por métodos morfométricos em regiões de interesse ou por voxels da massa cinzenta do cérebro em imagens de segmentação automatizada. [10, 24].

Os classificadores de redes neurais artificiais utilizam essas imagens para classificar o volume do cérebro de pacientes com DA. A extração das características é feita utilizando a análise VBM, a qual detecta mudanças entre pacientes com DA e pacientes controles com uma precisão, no caso do estudo Savio et al., 2009, de 83%. Melhorias ainda precisam ser feitas, visto que os classificadores erroneamente no estudo são considerados os mais críticos: controles classificados como possuíntes de DA (falsos positivos) e pacientes com uma demência muito precoce ou leve classificados como negativos (falsos negativos) [10].

Conclusão

Quanto mais se demora a confirmar o diagnóstico da Doença de Alzheimer, menos há uma garantia para o paciente de que ele terá um bom prognóstico e eficácia em relação aos tratamentos, comparando com um cenário em que o diagnóstico e o tratamento foram realizados previamente. A tentativa de correção dessa falha veio por meio dos exames de ressonância magnética combinados com técnicas de inteligência artificial.

A grande diferença da inteligência artificial em relação a outros exames é a possibilidade de se analisar grandes bancos de imagens de forma simultânea e rápida, aprender a cada imagem analisada e aprimorar sua capacidade de aprendizagem. Ademais, outro ponto interessante é o fato de o sistema ter como base o funcionamento do cérebro humano. Esses benefícios se mostram promissores, diferenciais e chamam atenção para a necessidade de inclusão desses métodos na rotina diagnóstica da área da saúde.

É importante ressaltar que esses sistemas de IA

podem ser usados para diagnosticar outras demências e até mesmo outras doenças não relacionadas ao cérebro. Por mais que sejam técnicas que exijam investimento governamental e privado, além de mão de obra qualificada para manuseio, manutenção e entendimento dos processos e resultados, as consequências a longo prazo são chamativas. Ao mesmo tempo que garantem uma melhor qualidade de vida aos idosos que podem se manter ativos em sua rotina por mais tempo, também diminui, por outro lado, custos governamentais e familiares com o ingresso e sustento desses idosos em asilos.

Sendo assim, esperamos com esse artigo de revisão, reforçar a ideia de que esses métodos sejam incluídos na rotina diagnóstica, tanto para ajudar os médicos e o sistema de saúde, como para garantir um tratamento e diagnóstico precoce dos pacientes afetados, de modo que já se aplique acompanhamentos multidisciplinares para esse paciente e que se assegure uma qualidade de vida melhor para ele e para sua família.

Conflito de interesses

Os autores declararam não haver nenhum potencial conflito de interesse.

Financiamento

Não houve qualquer financiamento e nem fornecimento de equipamento e materiais.

Referências

- Bezerra R, Cavalcanti L, Oliveira C, Santos W, Silva I, Silva S. Sistema inteligente de apoio ao diagnóstico precoce da doença de Alzheimer usando análise multirresolução de imagens de ressonância magnética. 2018.
- Hansel DE. Fundamentos de Rubin: Patologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- Liu X, Chen K, Wu T, Weidman D, Lure F, Li J. Use of multimodality imaging and artificial intelligence for diagnosis and prognosis of early stages of Alzheimer's disease. *Translational Research*. 2018.
- Klöppel S, Stonnington CM, Chu C, Draganski B, Scahill RI, Rohrer JD, et al. Automatic classification of MR scans in Alzheimer's disease. *Brain: a journal of neurology*. 2008;131(3).
- Santi S, Tolar M, Zamrini E. Imaging is superior to cognitive testing for early diagnosis of Alzheimer's disease. *ScienceDirect [periódicos na internet]*. 2004 Mai [acesso em 10 out 2020]; 25(5).
- Chandra A, Dervenoulas G, Politis M. Magnetic resonance imaging in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Journal of neurology [periódicos na internet]*. 2019 [acesso em 10 out 2020].
- Collito O, Hamelin L, Sarazin M. Magnetic resonance imaging for diagnosis of early Alzheimer's disease. *imagerie par résonance magnétique pour le diagnostic précoce de la maladie d'Alzheimer*. *ScienceDirect*. 2013; 169 (10).
- Santos MK, Ferreira JR Jr, Wada DT, Tenório APM, Barbosa MHN, Marques PMA. Inteligência artificial, aprendizado de máquina, diagnóstico auxiliado por computador e radiômica: avanços da imagem rumo à medicina de precisão. *Radiologia brasileira*. 2019; 52(6).
- Kehoe EG, McNulty JP, Mullins PG, Bokde ALW. Advances in MRI biomarkers for the diagnosis of Alzheimer's disease. *Biomarkers in medicine*. 2014; 8(9).
- Savio A, García-Sevastián M, Hernández C, Graña M, Villanúa J. Classification Results of Artificial Neural Networks for Alzheimer's Disease Detection. *International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning*. 2009.
- Silva IRR, Souza RG, Silva GSL, Oliveira CS, Cavalcanti LH, Bezerra RS, et al. Utilização de Redes Convolucionais para Classificação e Diagnóstico da Doença de Alzheimer. *ResearchGate*. 2018.
- Yang Y, Li X, Wang P, Xia Y, Ye Q. Multi-Source Transfer Learning via Ensemble Approach for Initial Diagnosis of Alzheimer's Disease. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. 2020.
- Eyigoz E, Mathur S, Santamaria M, Cecchi G, Naylor M. Linguistic markers predict onset of Alzheimer's disease. *EclinicalMedicine*. 2020.
- Femminella GD, Thayanandan T, Calsolaro V, Komici K, Rengo G, Corbi G, et al. Imaging and molecular mechanisms of Alzheimer's disease: a review. *International Journal of Molecular Sciences*. 2018.
- Janghel R, Rathore Y. Deep Convolution Neural Network Based System for Early Diagnosis of Alzheimer's Disease. *ScienceDirect*. 2020.
- Gusmao C, Santos W. Anais do III Simpósio de Inovação em Engenharia Biomédica - SABIO 2019. *ResearchGate*. 2019.
- Akhila DB, Shobhana S, Fred AL, Kumar SN. Robust Alzheimer's disease classification based on multimodal Neuroimaging. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. 2016.
- Frisoni GB, Fox NC, Jack CR Jr, Scheltens P, Thompson PM. The clinical use of structural MRI in Alzheimer disease. *Nature reviews neurology*. 2010.
- Caramelli P, Barbosa MT. Como diagnosticar as quatro causas Como diagnosticar as quatro causas mais frequentes de demência? mais frequentes de demência?. *Revista brasileira de psiquiatria*. 2020; 24(1).
- Engelhardt E, Moreira DM, Laks J, Marinho VM, Rozenhal M, Oliveira AC Jr. Doença de Alzheimer e espectroscopia por ressonância magnética do hipocampo. *Arquivos de neuro-psiquiatria*. 2001; 59(4).
- Sereniki A, Vital MABF. A doença de Alzheimer: aspectos fisiopatológicos e farmacológicos. *Revista Psiquiátrica*. 2008; 30(1).
- Garg R, Janghel RR, Rathore Y. Enhancing Learnability of classification algorithms using simple data preprocessing in fMRI scans of Alzheimer's disease. *Cornell University*. 2019.
- Lima SL, Silva MTC, Navas MS. Exames de neuroimagem no diagnóstico precoce de doença de Alzheimer. *Revista eletrônica biociência, biotecnologia e saúde*. 2017;9(18).
- Matos AM, Patrício M, Faria P. Detecção das alterações estruturais e funcionais para a doença de Alzheimer. *Repositório científico da UC*. 2013.
- Castellano G, Lotufo R, Bonilla L, Li LM, Cendes F. Processamento de imagens de ressonância magnética tridimensional em neurologia: vantagens e dificuldades / Three-dimensional magnetic resonance image processing in neurology: advantages and difficulties. *Revista brasileira de neurologia*. 2003; 39(3).
- Cuingnet R, Gerardin E, Tessieras J, Auzias G, Lehéricy S, Habert MO, et al. Automatic classification of patients with Alzheimer's disease from structural MRI: A comparison of ten methods using the ADNI database. *NeuroImage*. 2011; 56(2).
- Garaci F, Grothe M, Hampel H, Lista S, Teipel S, Toschi N. Relevance of Magnetic Resonance Imaging for Early Detection and Diagnosis

- of Alzheimer Disease. *Medical Clinics*. 2013; 97 (3).
28. Hage MCFNS, Iwasaki M. Imagem por ressonância magnética: princípios básicos. *Ciência rural*. 2009; 39(4).
 29. Madureira LCA, Oliveira CS, Seixas C, Nardi V, Araújo RPC, Alves C. Importância da imagem por ressonância magnética nos estudos dos processos interativos dos órgãos e sistemas. *Revista de ciências médicas e biológicas*. 2010.
 30. Petersen RC, Aisen PS, Beckett LA, Donohue MC, Gamst AC, Harvey DJ, et al. Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI). *Neurology journal*. 2009; 74(3).
 31. Alves AFC, Pina LEO, Gomes WG, Souza AP, Santos DS. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: Conceitos, Aplicações e Linguagens. *Revista conexões*. 2017.
 32. Xiuli B, Shutong L, Bin X, Yu L, Guoyin W, Xu M. Computer aided Alzheimer's disease diagnosis by an unsupervised deep learning technology. *Neurocomputing*. 2020.
 33. Ali B, Syed MD, Adam C, Zoga MD, MBD. Artificial Intelligence in Radiology: Current Technology and Future Directions. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*. 2018; 22(5).
 34. Lobo LC. Inteligência artificial e medicina. *Revista Brasileira de Educação Médica*. 2017.
 35. Myszczyńska MA, Ojamies PN, Lacoste AMB, Neil D, Saffari A, Mead R, et al. Applications of machine learning to diagnosis and treatment of neurodegenerative diseases. *Nature reviews neurology*. 2020.
 36. Basaia S, Agosta F, Wagner L, Canu E, Magnani G, Santangelo R, et al. Automated classification of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment using a single MRI and deep neural networks. *ResearchGate*. 2018.
 37. Signaevsky M, Prastawa M, Farrell K, Tabish N, Baldwin E, Han N, et al. Artificial intelligence in neuropathology: deep learning-based assessment of tauopathy. *Laboratory Investigation*. 2019.
 38. Sarraf S, Desouza DD, Anderson JA, Saverino C. MCADNet: Recognizing Stages of Cognitive Impairment Through Efficient Convolutional fMRI and MRI Neural Network Topology Models. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. 2020.