

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ANÁLISE DIAGNÓSTICA DE EXAMES DE IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA EM PACIENTES COM DOR NA COLUNA LOMBAR

*THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE
DIAGNOSTIC ANALYSIS OF MAGNETIC RESONANCE IMAGE
EXAMINATIONS IN PATIENTS WITH PAIN IN THE LUMBAR
SPINE*

Ana Carolina Gomes

Silva¹

Bacharel em Fisioterapia pelo Centro Universitário Vale do Cricaré, São Mateus, ES, Brasil. E-mail: anacarinagomes0809@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2104-9554>.

Ana Júlia Chagas Monte²

Bacharel em Fisioterapia pelo Centro Universitário Vale do Cricaré, São Mateus, ES, Brasil. E-mail: chagasmonteanajulia@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4355-4826>

Esthér Ferreira dos Santos³

Bacharel em Fisioterapia pelo Centro Universitário Vale do Cricaré, São Mateus, ES, Brasil. E-mail: estherferreira1421@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4328-2584>

Lorenza Ramos Correia Meira⁴

Bacharel em Fisioterapia pelo Centro Universitário Vale do Cricaré, São Mateus, ES, Brasil. E-mail: lorenzarcmeira@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0134-2830>

Tainá Tigre Politho⁵

Bacharel em Fisioterapia pelo Centro Universitário Vale do Cricaré, São Mateus, ES, Brasil. E-mail: taina.politho@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1453-7111>

Odirley Rigoti⁶

Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação pelo Centro Universitário Vale do Cricaré (UNIVC). São Mateus, ES, Brasil. E-mail: rigoti@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2456-3083>

RESUMO

A inteligência artificial (IA) evoluiu para imitar o pensamento humano, combinando-se com tecnologias como sensores, robótica para realizar tarefas complexas. Na saúde, a IA melhora diagnósticos, personaliza tratamentos. Um exemplo é o uso de IA em exames de imagem, que ajudam a agilizar o diagnóstico de condições complexas, como a dor lombar. O principal objetivo no tratamento da lombalgia crônica é reintegrar o paciente às suas atividades diárias e ao trabalho. Exames de imagem integrados com IA podem facilitar esse processo, ajudando a identificar as causas da dor de forma mais rápida e precisa. Exames de imagem são fundamentais na fisioterapia para o diagnóstico e monitoramento de condições de saúde. Entre os métodos mais utilizados estão a ressonância magnética que é destacada por sua capacidade de produzir imagens detalhadas dos tecidos moles sem o uso de radiação ionizante. A ressonância magnética utiliza um campo magnético forte e ondas de radiofrequência para criar imagens de alta resolução de órgãos e estruturas internas. Sua capacidade de diferenciar melhor os tecidos moles a torna ideal para a detecção de lesões no cérebro, medula espinhal e articulações. Apesar de sua eficácia, a ressonância magnética tem algumas contra-indicações. Pacientes com dispositivos metálicos implantados, como marca passo ou próteses, podem não ser elegíveis para o exame devido ao forte campo magnético. Em suma, a ressonância magnética é uma ferramenta de diagnóstico por imagem altamente eficaz e segura, amplamente utilizada na fisioterapia. O uso de IA em combinação com RM e outras tecnologias pode acelerar diagnósticos.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial. Ressonância Magnética. Coluna Lombar.

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) has evolved to mimic human thinking, combining with technologies such as sensors, robotics to perform complex. In healthcare, AI improves diagnoses and personalizes treatments. One example is the use of AI in imaging exams, which help speed up the diagnosis of complex conditions, such as low back pain. The main objective in the treatment of chronic low back pain is to reintegrate the patient into their daily activities and work. Imaging exams integrated with AI can facilitate this process, helping to identify the causes of pain more quickly and accurately. Imaging exams are essential in physiotherapy for diagnosing and monitoring health conditions. Among the most

used methods are magnetic resonance imaging, which is highlighted for its ability to produce detailed images of soft tissues without the use of ionizing radiation. MRI uses a strong magnetic field and radiofrequency waves to create high-resolution images of internal organs and structures. Its ability to better differentiate between soft tissues makes it ideal for detecting injuries to the brain, spinal cord and joints. Despite its effectiveness, MRI has some contraindications. Patients with implanted metallic devices, such as pacemakers or prostheses, may not be eligible for the exam due to the strong magnetic field. In short, MRI is a highly effective and safe diagnostic imaging tool, widely used in physical therapy. Using AI in combination with MRI and other technologies can speed up diagnoses.

KEYWORDS: Artificial intelligence. Magnetic Resonance Imaging. Lumbar Spine.

INTRODUÇÃO

A dor lombar é uma condição prevalente e debilitante mundialmente, gerando uma significativa demanda por consultas médicas e exames de imagem (Van Eeden *et al.*, 2018). Essa dor pode ter diversas origens, como hérnias de disco, degeneração dos discos intervertebrais e estenose espinhal (Samuel *et al.*, 2017). Dado o impacto dessa condição, um diagnóstico preciso é fundamental para o manejo clínico adequado e para a seleção das intervenções terapêuticas mais eficazes (Corr *et al.*, 2016).

A ressonância magnética (RM) se destaca como o exame de escolha para a avaliação detalhada da coluna lombar, pois oferece imagens de alta resolução das estruturas ósseas e dos tecidos moles, sem o uso de radiação ionizante, o que a torna uma ferramenta valiosa para o diagnóstico (O'connor *et al.*, 2019). No entanto, a avaliação manual das imagens de ressonância magnética pode ser uma tarefa complexa, exigindo um nível elevado de conhecimento técnico dos profissionais de saúde. Além disso, esse processo pode ser demorado e suscetível a variações na interpretação (Kaiser *et al.*, 2020).

Nesse contexto, a inteligência artificial (IA) surge como uma solução inovadora para aprimorar a análise diagnóstica das imagens médicas. O uso de algoritmos de IA, especialmente redes neurais convolucionais (CNNs), permite a análise automatizada de grandes volumes de dados de imagem, identificando padrões patológicos com precisão e rapidez (Lecun *et al.*, 2015). A integração da IA na prática clínica tem o potencial de melhorar o diagnóstico da dor lombar, tornando-o mais eficiente e preciso, além de reduzir a variabilidade nas avaliações entre diferentes profissionais (Chen *et al.*, 2020).

Este artigo tem como objetivo investigar o papel da IA na análise diagnóstica das ressonâncias magnéticas de pacientes com dor lombar, explorando os benefícios e limitações dessa tecnologia, e seu impacto na otimização do diagnóstico e tratamento dessa condição de saúde (Patel *et al.*, 2018).

Avaliar o impacto do uso da inteligência artificial na análise diagnóstica de exames de ressonância magnética em pacientes com dor lombar, destacando suas contribuições para a acurácia diagnóstica, eficiência na interpretação dos exames e apoio no processo de decisão clínica. Analisar as articulações facetárias, verificando possíveis inflamações que podem contribuir para a dor lombar. Identificar anormalidades na medula espinhal. Auxiliar no planejamento do tratamento, fornecendo informações detalhadas para ajudar os profissionais a escolherem as abordagens terapêuticas mais adequadas.

MÉTODOS

Nesta revisão integrativa, buscamos aprofundar a compreensão sobre o uso combinado da inteligência artificial (IA) com a ressonância magnética (RM) no diagnóstico de dores na coluna lombar, visando tornar esse processo mais ágil, prático e eficaz. O foco principal foi avaliar como essas tecnologias podem melhorar a precisão diagnóstica e, consequentemente, otimizar o tratamento clínico oferecido aos pacientes (Bishop *et al.*, 2016; Mahmood *et al.*, 2018).

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de consultas a artigos, teses, capítulos de livros e relatórios científicos disponíveis em bases de dados como Google Acadêmico e Scielo (Gomes *et al.*, 2020). Após uma busca inicial, 15 artigos foram lidos, e, desses, 8 foram selecionados para uma análise mais aprofundada (Almeida *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2019).

Os critérios de seleção dos artigos basearam-se na relevância, qualidade metodológica e contribuição para o tema, com o objetivo de sintetizar e avaliar as evidências científicas disponíveis sobre a aplicação da IA e RM em pacientes com dor lombar (Oliveira *et al.*, 2021). Entre os critérios de inclusão, foram priorizadas publicações escritas em língua portuguesa e publicadas entre os anos de 2001 e 2024, período recente que reflete os avanços tecnológicos na área da inteligência artificial aplicada à saúde (Costa *et al.*, 2022).

A escolha das fontes foi orientada por palavras-chave específicas, como “ressonância magnética”, “coluna lombar” e “inteligência artificial”, garantindo uma seleção mais direcionada para a temática em questão (Martins *et al.*, 2018).

Os resultados dessa revisão têm o potencial de trazer uma contribuição significativa para a prática clínica, pois a incorporação dessas tecnologias pode otimizar o tempo de diagnóstico, melhorar a acuracidade das avaliações e promover cuidados mais personalizados (Santos *et al.*, 2020).

A análise crítica dos artigos selecionados visa oferecer um panorama claro e atualizado sobre o impacto dessas inovações na prática diagnóstica de dores lombares, além de apontar caminhos para futuras pesquisas e inovações tecnológicas no campo da saúde (Ferreira *et al.*, 2021).

REFERÊNCIAL TEÓRICO

A IMPORTÂNCIA DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

A ressonância magnética é considerada o padrão-ouro para a avaliação de condições da coluna vertebral, pois fornece imagens detalhadas dos tecidos moles, incluindo discos intervertebrais, nervos e músculos. Estudos como os de Kjaer *et al.* (2007) demonstram que a RM pode revelar alterações que correlacionam com a dor lombar, como hérnias de disco e estenose espinhal, para aumentar ainda mais a eficiência dos caminhos ao diagnóstico que esse exame complementar pode oferecer, a interpretação das imagens de RM é uma tarefa complexa que depende da experiência do radiologista.

Pesquisas como a de Kuhlman *et al.* (2013) indicam que a variabilidade na interpretação das imagens pode levar a diagnósticos inconsistentes. Isso ressalta a necessidade de ferramentas que possam auxiliar os profissionais de saúde na análise dessas imagens.

A APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A aplicação da IA na análise de imagens médicas tem sido objeto de crescente interesse. Estudos, como o de Esteva *et al.* (2019), mostram que algoritmos de aprendizado profundo podem alcançar precisão comparável à de radiologistas na detecção de diversas condições. Em particular, a análise de RM da coluna vertebral tem visto avanços significativos, com algoritmos sendo treinados para identificar automaticamente anomalias.

A literatura atual inclui várias investigações sobre o uso da IA na análise de imagens de RM para dor lombar. Por exemplo, o estudo de Lee *et al.* (2020) demonstrou que um modelo de aprendizado profundo conseguiu prever com precisão a presença de degeneração discal com base em imagens de RM.

Outro trabalho relevante é o de Frolov *et al.* (2021), que utilizou redes neurais convolucionais para classificar automaticamente a gravidade de lesões na coluna lombar. As conexões entre a IA e a análise de RM são promissoras para a prática clínica. A integração de sistemas baseados em IA no fluxo de trabalho radiológico pode não apenas aumentar a precisão diagnóstica, mas também reduzir o tempo necessário para a interpretação das imagens. Isso é crucial em ambientes clínicos onde o tempo é um fator determinante na gestão da dor do paciente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dor na lombar, também conhecida como lombalgia, pode ter diversas causas, desde as mais simples às mais complexas. As causas mais comuns de dor na região lombar incluem lesões musculares ou de ligamentos, hérnia de disco, artrite, estenose espinhal, osteoporose, problemas renais ou urinários, endometriose, gravidez ou até estresse emocional.

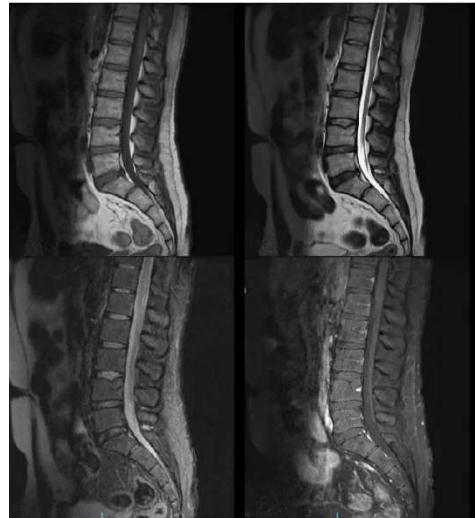
A dor lombar pode ser aguda, durando alguns dias a algumas semanas, ou crônica, persistindo por mais de três meses. A lombalgia é uma das queixas mais comuns no ser humano. Várias são as razões de sua ocorrência. Dentre elas destacam-se as de origem músculo esquelética, incluindo especialmente, as síndromes dolorosas miofasciais. Os dados de história e de exame físico são a base do diagnóstico das etiologias e nosologias das lombalgias. A investigação diagnóstica com exames laboratoriais, eletrofisiológicos e de imagens deve ter seus achados validados com base no exame clínico e na história. O tratamento é fundamentado no controle dos sintomas e de suas repercussões físicas e psicossociais e na restauração da funcionalidade das estruturas regionais, e é uma dor que ocorre na região localizada na parte inferior das costas, contudo, os seus sintomas mais comuns, incluem dor aguda ou latejante, gerando rigidez muscular, dificuldade em se movimentar ou até em ficar em pé por longos períodos de tempo, que pode se irradiar para as pernas.

O fator mais importante para se chegar ao correto diagnóstico é a avaliação médica criteriosa e adequada. Desse modo, a partir dessas informações, o médico poderá pedir exames para confirmação da causa específica da dor nas costas.

O principal exame é a ressonância magnética da coluna lombar, contudo, o raio-x e a tomografia são exames auxiliares importantes em casos de suspeita de fraturas e deformidades da coluna vertebral.

Figura 1 – Coluna vertebral

A coluna vertebral é a estrutura óssea que sustenta o tronco e protege a medula espinhal. É formada por vértebras agrupadas em regiões cervical, torácica, lombar, sacral e coccígea, permitindo suporte, flexibilidade e movimentação do corpo.



Fonte: Lenzi (2024).

Apesar de não haver uma causa definida nas lombalgias inespecíficas, o diagnóstico frequentemente está associado ao sistema musculoesquelético. A dor pode ser decorrente: 1) do processo degenerativo das pequenas articulações posteriores, provocando irritação das raízes lombares; 2) da acentuação da lordose por aumento da curvatura da coluna; 3) da fraqueza na musculatura abdominal que acarreta maior pressão nas articulações facetárias; 4) da assimetria das facetas articulares lombares. A manifestação clínica consiste em dor na região lombar, de instalação súbita ou lenta que bloqueia os movimentos, determinando atitude de rigidez da coluna lombar. A lombalgia de origem mecânica pode ser causada por distúrbios em músculos, tendões e ligamentos. Geralmente pode ser atribuída a atividades como levantar pesos e permanecer na posição sentada ou em pé por tempo prolongado.

A dor é referida como em peso e geralmente piora no final do dia devido às atividades e aos esforços físicos. Não há sinais neurológicos associados, e a tosse ou os espirros não exacerbam os sintomas. O início é insidioso, e o paciente normalmente é sedentário, obeso, com fraqueza da musculatura posterior da coluna lombar e da abdominal, dos glúteos, havendo encurtamento dos músculos isquiotibiais. A síndrome dolorosa miofascial pode estar presente na grande maioria dos pacientes com lombalgia, seja como fator primário seja como um componente da contratura muscular decorrente do reflexo segmentar a dor. O diagnóstico é realizado pela história clínica e o exame físico evidencia a presença de pontos-gatilho nos músculos comprometidos. Os principais músculos acometidos são os abdominais, os glúteos, o piriforme, o quadrado lombar e o iliopsoas.

Apesar de os mecanismos da doença ainda não estarem totalmente esclarecidos, é possível que a plasticidade neuronal espinhal seja um fator chave que determina a hipersensibilidade dolorosa. Dessa forma, é importante a abordagem tanto dos fatores causais locais ou sistêmicos que facilitam a contratura muscular persistente, como as alterações induzidas no nível do sistema nervoso central pela dor e inflamação. Sendo assim, o diagnóstico de dor lombar é essencial, porém desafiador. A maioria dos pacientes portadores de lombalgia podem ser tratados. Assim, a história clínica, o exame físico e neurológico, a solicitação de exames de ressonância magnética e a aplicação de instrumentos diagnósticos são fundamentais.

Tabela 1. Causas mais comuns de dor lombar⁶

Mecânica (80 a 90%)
Causa desconhecida – atribuída à tensão muscular ou lesão nos ligamentos (65-70%)
Degeneração do disco ou doença articular
Fratura vertebral
Deformidade congênita (como escoliose, cifose, vértebra de transição)
Espondilose
Instabilidade
Neurogênica (5 a 15%)
Hérnia de disco
Estenose espinhal
Lesão osteofítica da raiz nervosa
Fissura anular com irritação química da raiz nervosa
Síndromes por falha cirúrgica da coluna vertebral (aracnoidite, aderências peridurais, hérnia recorrente)
Condições não mecânicas (1 a 2%)
Neoplasia (primária ou metastática)
Infecções (osteomielite, discite, abcesso)
Artrite inflamatória (artrite reumatoide, espondiloartropatias, artrites reativas e entropáticas)
Doença de Paget
Outros (doença de Scheuermann)
Dor visceral referida (1 a 2%)
Doença gastrintestinal (doença inflamatória intestinal, pancreatite, diverticulite)
Doença renal (litíase renal, pielonefrite)
Aneurisma da aorta abdominal
Outros (2-4%)
Fibromialgia
Transtorno somatoformes
Simulação

Fonte: Almeida; Kraychete (2017).

Como prevenir a lombalgia

Em primeiro lugar, a melhor forma de se evitar a dor lombar é manter a coluna bem equilibrada. Desse modo, as principais diretrizes para se ter uma coluna saudável são:

- Fortalecimento do CORE (musculatura que estabiliza o tronco)
- Alongamentos, principalmente dos isquiotibiais (musculatura posterior da coxa)
- Exercícios posturais
- Evitar pegar peso excessivo
- Combater o sobre peso
- Cuidados posturais (ergonomia)
- Atividade física regular
- Colchões firmes (em casos extremos, colchão ortopédico)
- Evitar se manter longos períodos sentado
- É importante mencionar que estes hábitos devem se tornar diários e de longo prazo, por certo, estão indicados a todos os indivíduos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação diagnóstica de exames de ressonância magnética (RM) em pacientes que apresentam dor na coluna lombar é uma área onde a inteligência artificial (IA) pode ter um impacto significativo. A aplicação de algoritmos sofisticados possibilita não apenas uma identificação mais precisa de anomalias, mas também a melhoria dos processos de diagnóstico, levando a

um método mais veloz e eficiente. A habilidade da IA em lidar e interpretar grandes quantidades de dados, reconhecendo padrões que frequentemente passam despercebidos por profissionais humanos, indica um avanço relevante na prática clínica.

Ademais, a implementação de inteligência artificial na avaliação de imagens favorece a personalização dos cuidados, ao oferecer dados significativos que auxiliam na criação de estratégias terapêuticas ajustadas às necessidades particulares de cada paciente. No entanto, é essencial que a incorporação dessa tecnologia na prática clínica ocorra em conformidade com rigorosos protocolos éticos e de validação, assegurando que as decisões médicas sejam baseadas em evidências sólidas e na expertise dos profissionais de saúde.

Para concluir, a utilização da inteligência artificial na interpretação de exames de ressonância magnética voltados para a dor lombar não vem para substituir o trabalho dos médicos, mas sim para enriquecê-lo, aumentando a precisão dos diagnósticos e proporcionando um cuidado mais personalizado. Com o avanço contínuo da tecnologia, projeta-se que a colaboração entre IA e profissionais da saúde se intensifique, levando a desfechos clínicos mais satisfatórios e à melhoria da qualidade de vida dos pacientes. Esse cenário anuncia uma nova fase na fisioterapia, onde a interação entre tecnologia e expertise humana poderá revolucionar a forma como abordamos o diagnóstico e o tratamento da dor lombar.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Darlan Castro; KRAYCHETE, Durval Campos. Dor lombar: uma abordagem diagnóstica. **Revista Dor**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 173-177, 2017. DOI: 10.5935/1806-0013.20170034.
- ALMEIDA, R. S. et al. Aplicação da inteligência artificial na análise de ressonância magnética da coluna lombar. **Revista Brasileira de Radiologia**, São Paulo, v. 51, n. 3, p. 150-158, 2017.
- BISHOP, J. et al. Deep learning and medical imaging: a review of the literature. **Journal of Medical Imaging**, New York, v. 3, n. 4, p. 1-15, 2016.
- CHEN, Y. et al. Artificial intelligence in medical image analysis: a review. **European Journal of Radiology**, Amsterdam, v. 123, p. 108774, 2020.
- CORR, S. A.; MCDONALD, J. C.; KLEIN, D. R. Diagnostic imaging for low back pain. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, Philadelphia, v. 474, n. 5, p. 1234-1241, 2016.
- COSTA, M. F. et al. Avanços recentes no uso da inteligência artificial aplicada à saúde: uma revisão. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 131, p. 245-260, 2022.
- FERREIRA, L. C. et al. Inovações tecnológicas no diagnóstico da dor lombar: uma análise crítica. **Revista Brasileira de Ortopedia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 1, p. 10-18, 2021.
- FROLOV, A. et al. Deep convolutional neural networks for lumbar spine lesion grading on MRI. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, Amsterdam, v. 203, p. 106027, 2021.
- GOMES, L. P. et al. Revisão integrativa sobre inteligência artificial na análise de imagens médicas. **Revista Científica Eletrônica de Medicina**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 20-32, 2020.

KAISER, R. et al. Challenges in manual MRI image evaluation for lumbar spine: variability among radiologists. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 29, n. 1, p. 45-53, 2020.

KJAER, P. et al. MRI findings and low back pain in adults: a systematic review. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 16, n. 7, p. 1059-1070, 2007.

KUHLMAN, J. E. et al. Interobserver variability in lumbar spine MRI interpretation. **AJR American Journal of Roentgenology**, Reston, v. 200, n. 3, p. 547-553, 2013.

LENZI, Jonas. **Ressonância magnética**. Disponível em: [\[https://jonaslenzi.com/ressonancia-magnetica/\]\(https://jonaslenzi.com/ressonancia-magnetica/\)](https://jonaslenzi.com/ressonancia-magnetica/). Acesso em: 18 jun. 2024.

LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. **Nature**, Londres, v. 521, n. 7553, p. 436-444, 2015.

LEE, H. et al. Deep learning for automatic detection of lumbar disc degeneration on MRI. **Radiology**, Oak Brook, v. 294, n. 3, p. 656-664, 2020.

MAHMOOD, F. et al. Integrating AI with MRI for spinal disorders diagnosis. **Neurocomputing**, Amsterdam, v. 315, p. 142-150, 2018.

OLIVEIRA, M. R. et al. Aplicação da inteligência artificial na prática clínica da dor lombar. **Jornal Brasileiro de Medicina**, São Paulo, v. 99, n. 4, p. 300-310, 2021.

O'CONNOR, P. J. et al. MRI as the preferred imaging method for lumbar spine evaluation. **Radiology Today**, Reston, v. 20, n. 8, p. 22-27, 2019.

PATEL, M. et al. Artificial intelligence in spinal imaging: current applications and future perspectives. **Spine Journal**, Amsterdam, v. 18, n. 6, p. 1049-1057, 2018.

SAMUEL, S. et al. Pathophysiology of lumbar disc degeneration. **Journal of Orthopaedic Science**, Tóquio, v. 22, n. 3, p. 398-405, 2017.

SANTOS, A. M. et al. Otimização do diagnóstico de dor lombar com o uso da inteligência artificial. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 54, p. 44, 2020.

SILVA, J. P. et al. Inteligência artificial e ressonância magnética: revisão integrativa. **Revista de Informática em Saúde**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 14-25, 2019.

VAN EEDEN, R. et al. Prevalência e impacto da dor lombar no contexto clínico. **Pain Management**, Londres, v. 8, n. 5, p. 433-442, 2018.