

Impactos da Inteligência Artificial na Tomada de Decisão Médica: Um Mapeamento Sistemático

Fabírcia Karollyne Santos Resende¹,
Maria Estella Santos da Invencão¹,
Gilton José Ferreira da Silva²

¹Departamento de Computação (DCOMP) – Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Av. Marechal Rondon, s/n – Jardim Rosa Elze – CEP 49100-000
São Cristóvão – SE – Brazil

fabricia_resende@academico.ufs.br

estella@academico.ufs.br

gilton@dcomp.ufs.br

Abstract. *With the advent of Artificial Intelligence (AI) many solutions in the field of Medical Informatics that optimize and improve clinical care to the population are currently being discussed. In this sense, this article proposes a Systematic Literature Mapping (MSL), in order to identify some of the changes that the Integration of Artificial Intelligence will cause in the daily lives of health professionals. It was shown how AI helps the medical field and addresses the main tools and techniques for data processing. As a result, 14 scientific publications were developed present in the bases of Scopus, Web of Science, ACM Digital Library and IEEE. Some of the most common tools used in the processing of medical information are: text and image processing and mainly, disease prediction.*

Resumo. *Com advento da Inteligência Artificial (IA) muitas soluções na área da Informática Médica estão sendo discutidas atualmente. Nesse sentido, o presente artigo apresenta um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), com o intuito de identificar algumas das mudanças provocadas pela inserção da Inteligência Artificial no cotidiano de profissionais da saúde. Foi evidenciado como a IA auxilia o campo médico e aborda as principais ferramentas e técnicas de processamento de dados. Como resultados, foram analisados 14 publicações científicas presentes nas bases da Scopus, Web of Science, ACM Digital Library, Science Direct e IEEE. Algumas das ferramentas mais comuns adotadas no processamento de informações médicas são: processamento de texto e imagens, e principalmente a detecção de enfermidades.*

1. Introdução

A inteligência artificial (IA) vem trazendo grandes transformações no modo em que as pessoas se relacionam com a tecnologia, uma vez que possui a capacidade de processar bilhões de informações e transformá-las em dados estruturados. A Medicina, é uma das atividades que mais têm se beneficiado da Inteligência Artificial [McCarthy et al. 2006]. Com capacidade para processar bilhões de informações e transformá-las em dados estruturados, as ferramentas inteligentes são usadas para detecção

do melhor diagnóstico de saúde, em buscas na internet por medicamentos e informações médicas, na previsão de demanda e na segurança pública e privada.

Desta forma, este trabalho tem o objetivo de apresentar o conceito sobre Inteligência Artificial aplicado a medicina, evidenciando as mudanças que a integração da IA causará no cotidiano de profissionais da saúde, apontando as definições mais aceitas na literatura e discutindo as tecnologias necessárias para o desenvolvimento de sistemas inteligentes. A metodologia proposta, o mapeamento sistemático, é usado para identificar e analisar estudos que estão acessíveis, isso é possível por se tratar de uma derivação de revisões sistemáticas mais tradicionais [Keele et al. 2007]. Desse modo, a principal motivação para este estudo é fundamentar algumas tecnologias que envolve o tema proposto para auxiliar nas pesquisas científicas e no desenvolvimento de sistemas.

Este documento está organizado da seguinte forma. Na Seção 2 é exposta a metodologia utilizada na pesquisa. Na Seção 3 são apresentados os resultados obtidos durante a análise. Na Seção 4 é descrita as ameaças à validade e finalmente na Seção 5 serão apresentadas as considerações finais.

2. Metodologia

Para este trabalho foi implementada a metodologia do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), cujo objetivo é analisar publicações científicas com a finalidade de identificar as principais tecnologias que utilizam inteligência artificial no contexto da medicina e o impacto que a integração da IA causará na decisão médica.

2.1. Planejamento do Mapeamento Sistemático de Literatura

Segundo [Kitchenham and Charters 2007], um Mapeamento Sistemático de Literatura decorre da necessidade prover uma visão geral de uma área de pesquisa e sintetizar informações existente sobre determinado tópico. O mapeamento deve ser executado de forma imparcial e passível de auditoria [Kitchenham and Charters 2007]. Em comparação com revisões informais de literatura, cada processo de sua construção precisa ser rigorosamente implementado [...]. Dessa forma, com a finalidade de complementar a descrição metodológica desta pesquisa, esta foi classificada segundo a taxonomia proposta para revisões sistemáticas.

Neste trabalho, consideramos as etapas apresentadas por [Kitchenham and Charters 2007] para realização do estudo. As etapas executadas foram: definição das questões de pesquisa, busca dos estudos primários, seleção dos estudos relevantes, construção do esquema de classificação, extração de características, mapeamento das informações e análise de resultados.

2.2. Questões de pesquisa

As questões de pesquisa demarcam o escopo da revisão, dessa forma, foram elaboradas quatro questões de pesquisa complementares para a condução do estudo inicial sobre o objetivo deste trabalho.

A seguir as questões de pesquisa:

1. Quais são as ferramentas/tecnologias computacionais mais comuns implementadas na Informática Médica?

2. Qual o impacto da implementação de técnicas de inteligência artificial no processamento de dados médicos?
3. Qual a base de pesquisa mais relevante para a área?
4. Como está a distribuição dos artigos durante os anos?

2.3. Estratégia de busca

Todas as bases obtidas no estudo na área da computação foram acessadas por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)¹. A CAPES foi selecionada por ser uma das maiores fontes de referência a qual compõe muitas outras bases como: SCOPUS, ACM Digital Library ScienceDirect e Web of Science. No entanto, o resultado das consultas não completa todo o conteúdo existente, dessa forma, com o intuito de apresentar maior completude das informações, se considerou a realização de buscas complementares na base IEEE Xplore. Para realização das buscas nas bases de dados foram utilizadas *strings* de busca, alguns operadores booleanos OR e AND foram acrescentados para exaltar as definições de termos utilizados.

Na Tabela 1 são apresentadas as Palavras-Chave utilizadas para formar a *string* de busca.

Tabela 1. Palavras-Chave utilizadas na *string* de busca

Palavra chave	Sinônimo em Inglês
inteligência artificial	<i>artificial intelligence</i>
informática médica	<i>medical informatics, health informatics</i>
algoritmos	<i>algorithm, models, methods</i>
evidência	<i>evidence</i>
coleta de dados	<i>data collect</i>
sistemas especialista	<i>expert systems</i>
raciocínio	<i>reasoning</i>

Na Figura 1 é apresentada a *string* utilizada para as buscas nas bases:

Strings de busca
((técnicas OR modelos OR process OR method OR definition OR \\ technique OR tool) AND(informática médica OR informatics OR \\ healthinformatics) OR (inteligência OR intelligence) AND \\(artificial) AND (decisão) OR (decision) AND (médica OR medical))

Figura 1. String de busca

2.4. Critérios de Seleção

Os critérios de inclusão e exclusão definidos para as bases foram:

¹<https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/>

Crêterios de Inclusão:

1. Estar publicado em artigos, anais de conferências ou *journals*;
2. Filtrar o tema abordado apenas para tecnologias que utilizam Inteligência Artificial;
3. Estar nos idiomas: “Português”, “inglês” ou “espanhol”;
4. Ter data de publica o recente (Preferencialmente nos últimos 10 anos).

Crêterios de Exclusão:

1. Estudos duplicados;
2. Estudos que não abrange o tema em destaque;
3. Estudos que não especificam qual modelo/ ferramentas usadas com a tecnologia de Inteligência Artificial.

3. Resultados e Discussão

A seguir os resultados e uma breve análise dos estudos serão apresentados como respostas das questões de pesquisa.

3.1. Resultados

No processo de execu o das buscas e sele o dos artigos em bases científicas, foram analisados um total de 6784 publica es encontradas, cada base foi acessada por meio de sua referente *string* adaptada. Os resultados obtidos foram salvos em um arquivo tipo Excel e importados para a ferramenta de apoio utilizada. A Tabela 2 mostra a distribui o por tema de pesquisa destes resultados pelas bases utilizadas. Dentre estes,

Tabela 2. Número de artigos por base

Bases	Número de artigos
IEEE Xplore	1367
SCOPUS	2319
Web of Science	849
ACM Digital Library	521
Science Direct	1728

foram localizados 6 artigos duplicados, excluídos automaticamente pela plataforma *Mendeley*¹, resultando no total de 6778 artigos. Para efetuar uma análise mais profunda foi adotado os cr terios de sele o de artigos, tendo como propósito identificar os estudos aos quais se encaixam com o objetivo da pesquisa. Neste processo, juntamente com a leitura do resumo, foram excluídos 6752 arquivos, restando 26 para análise integral do texto. Finalmente, foi realizada uma leitura no artigo por completo, resultando em 14 artigos classificados como relevantes, coletados em bases distintas. A Figura 2 mostra um fluxo descrevendo o processo de extra o dos artigos desde a base até a análise.

¹<https://www.mendeley.com/>

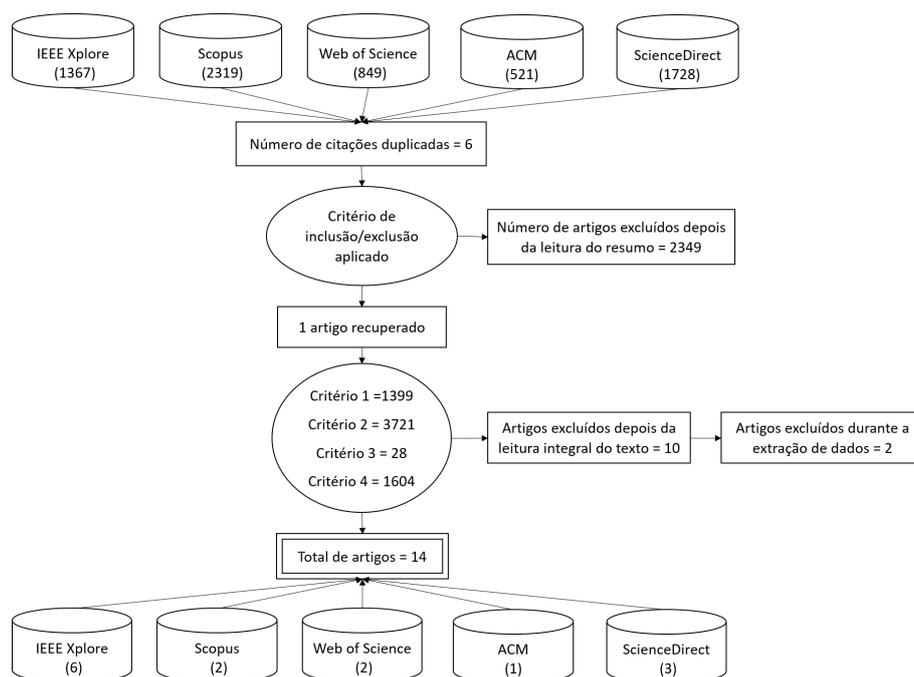


Figura 2. Gráfico de prisma com a extração de dados

3.2. Resposta da questão de pesquisa 1

Quais são as ferramentas/tecnologias computacionais mais comuns implementadas na informática médica?

Algumas ferramentas como o Tensorflow (Google) e o Watson (IBM) são usadas para analisar e processar centenas de informações médicas. Segundo [Géron 2019], o Tensorflow é uma biblioteca de software de código aberto para computação numérica, que usa particularmente *Machine Learning* em larga escala. Já WATSON, segundo [Aizawa et al. 2012] é um grupo de APIs¹, onde cada uma das interfaces é responsável por uma especialidade do serviço. Os serviços podem ajudar no relacionamento com pacientes, na organização de dados, na capacidade de filtrar informações médicas relevantes, no gerenciamento efetivo no controle de diabetes, no tratamento avançado em oncologia e no auxílio para o descobrimento de novas medicações.

Dos artigos analisados, foi possível estabelecer os principais serviços descritos que são utilizando na informática médica, conforme apresentado na Figura 3:

O reconhecimento de voz pode ser usado para analisar a doença de Alzheimer e comprometimento cognitivo leve [Farooq et al. 2017], o processamento de texto é uma das ferramentas mais significativas usada na busca em bancos de dados e livros por prontuários, diagnósticos e recomendações de tratamento [Yu 2019]. Já a visão computacional pode ser aplicada na classificação de Imagens de Raio-x de tórax, no diagnóstico de possíveis patologias [Moreno et al. 2019], entre outras aplicações. É feita a detecção de parâmetros em vídeos para analisar, por exemplo, exame de disfagia [Wilhelm et al. 2020]. As séries temporais podem ser usadas para analisar informações sobre traumas no maxilar [Dascalu et al. 2015].

¹API's é uma sigla em inglês que significa interface de programação de aplicações.

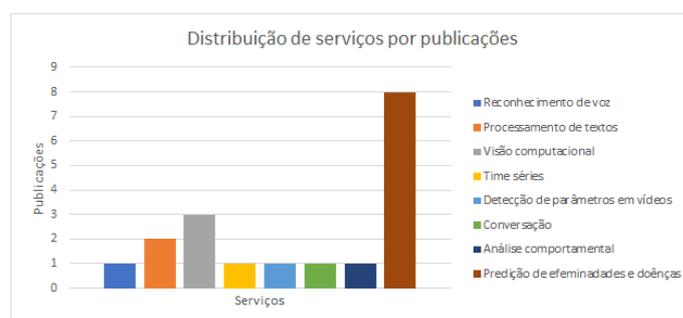


Figura 3. Serviços encontrados na informática médica

A conversação e a análise comportamental podem ser incorporadas a Chatbot, como o intuito de obter informações do paciente e reduzir a quantidade de atendimentos em casos leves [Madhu et al. 2017]. Todas essas ferramentas podem ser adaptadas a sistemas que fazem a predição e categorização de enfermidades e doenças [Yeasmin 2019].

O trabalho desenvolvido por [Ozkan et al. 2018] utiliza quatro modelos de classificação; Árvore de decisão (DT), Máquina de Vetor de Suporte (SVM), Floresta Aleatória (RF) e Rede Neural Artificial (ANN), para apoiar o diagnóstico de Infecção do Trato Urinário (ITU) com sintomas complexos. Em um outro estudo desenvolvido por [El-Sherbiny et al. 2018] busca implementar um algoritmo, baseado em *Deep Learning* com Redes Convolucionais, para detectar mini calcificações em mamografias. O modelo é capaz de diagnosticar o câncer em seu estágio inicial, o que aumenta a probabilidade de cura.

[Papageorgiou 2011] apresentou um novo framework para a construção de Mapas Cognitivos, aumentados com base em métodos de Extração de Regra Fuzzy, para decisões em informática médica. [Escalante et al. 2012] implementa um sistema de classificação de leucemia aguda, por seleção de modelo de enxame de partículas (SWARM). Já [Shen et al. 2015] Um algoritmo de seleção de gene híbrido para classificação de câncer microarray usando algoritmo genético e autômatos de aprendizagem. [Shen et al. 2015] desenvolveu uma pesquisa que tem como objetivo retratar as etapas metodológicas e ferramentas, sobre a operação combinada de raciocínio baseado em casos (CBR) e sistema multiagente (MAS) para expor a aplicação ontológica no campo do apoio à decisão clínica.

3.3. Resposta da questão de pesquisa 2

Qual o impacto da implementação de técnicas de inteligência artificial no processamento de dados médicos?

Segundo [Silva and Bállico] entre os benefícios que a IA traz para clínicas e hospitais, tem-se o atendimento de pacientes, o auxílio em diagnósticos radiológicos, a produzir alertas em casos que exigem atenção, o tratamento e a prevenção de diferentes doenças. Segundo [Longoni et al. 2019] os consumidores relatam que utilizar os serviços de saúde fornecidos pela IA pode contribuir para a psicologia da automação e da tomada de decisões médicas, além disso, os autores sugerem intervenções para aumentar a aceitação da IA pelo consumidor na medicina. Já [Aljaaf et al. 2014] propõe em seu estudo de pesquisa uma perspectiva de classificação que facilitaria a seleção de uma técnica

de inteligência artificial adequada para solucionar um determinado problema de tomada de decisão médica.

Após o estudo dos artigos, concluiu-se que o principal impacto da implementação destas técnicas de inteligência artificial no processamento de informações médicas é o custo. Soma-se a isso a redução de contágio, a priorização das filas de atendimento e consequente redução do tempo de espera em atendimentos de casos graves, a prevenção de demandas no uso de recursos como medicamentos, leitos e determinados tipos de equipamentos.

3.4. Resposta da questão de pesquisa 3

Qual a base de pesquisa mais relevante para a área?

O percentual de trabalhos aceitos em cada base evidencia a principal base de interesse da área, onde há o maior número de estudos publicados. O gráfico presente na Figura 4 mostra este resultado.

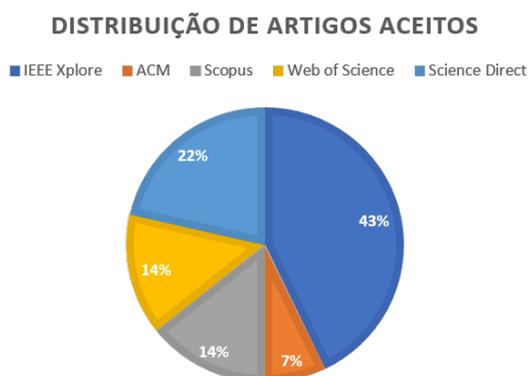


Figura 4. Distribuição de artigos aceitos por base

Para representar o cenário geral do mapeamento, o gráfico presente na Figura 5 demonstra a distribuição de artigos por base.

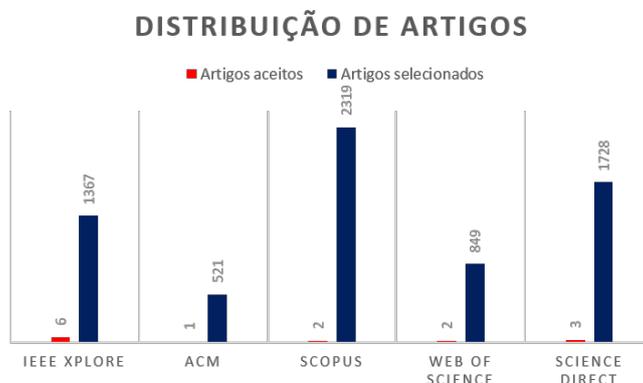


Figura 5. Distribuição de artigos por base

Comparando os gráficos presentes nas Figuras 4 e 5, é possível fazer algumas observações. Primeiramente, podemos observar que a base Scopus teve a maior quantidade de resultados na busca inicial. Em contrapartida, na base IEEE Xplore foi encontrado o maior número de artigos aceitos ou relevantes. Outra observação que pode ser feita é sobre o menor número de artigos encontrados. No qual, a base ACM Digital Library atingiu o menor número de estudos selecionados na busca inicial e obteve apenas um artigo aceito no final do processo de seleção.

3.5. Resposta da questão de pesquisa 4

Como está a distribuição dos artigos durante os anos?

Observando as publicações ao longo dos anos é possível destacar um aumento no número de artigos no ano de 2019 (4 publicações). Conforme Figura 6.



Figura 6. Distribuição de trabalhos por ano

3.6. Discussões a respeito dos trabalhos

O objetivo das questões de pesquisa foi verificar quais assuntos e ferramentas da IA foram abordados nos diferentes estudo de casos, o que permite identificar temas ainda não utilizados e que podem gerar novas ideias de pesquisa. Dos cinco engines de busca utilizados neste trabalho, O IEEE foi o que obteve estudos mais relevantes, totalizando um total de seis estudos primários. Poucos foram os trabalhos que não restringiram claramente suas pesquisas para observar benefícios da implementação de sistemas médicos inteligentes. A maioria dos trabalhos fundamentou diferentes ferramentas e aplicações de uso na informática ética, sendo o diagnóstico e predição de enfermidades o principal tema de interesse de pesquisadores. Nesse sentido, compreender as possibilidades desses trabalhos acadêmicos e seus exemplos de utilização e integração de métodos e tecnologias pode permitir a criação de novas soluções.

4. Ameaças à validade

Com o intuito de reduzir o escopo do estudo e selecionar apenas artigos relevantes, foram aplicados critérios de seleção. Entretanto, foram incluídos termos específicos de algumas áreas da Inteligência Artificial que podem causar algum impacto nos resultados. Outra ameaça é a o conjunto de artigos retornados que podem ser afetados por fatores humanos durante o processo.

É importante destacar que muitos dos artigos selecionados estão em língua não nativa, dificultando e, por vezes, podendo induzir a traduções literais ou equivocadas de algumas poucas palavras e/ou expressões contidas nesses artigos.

5. Considerações Finais

Para a elaboração deste artigo, utilizou-se a metodologia de Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL). Aproveitando desta para estabelecer filtros de pesquisa, para escolha dos artigos que melhor atendessem ao tema e a proposta abordada. Por meio desses filtros foi realizado o refino da pesquisa até que se encaixasse no âmbito do impacto que as recentes tecnologias relacionadas a IA causarão à população no contexto da saúde. Neste sentido, foi possível observar uma série de tecnologias, métodos, algoritmos e técnicas baseadas em IA. As quais combinadas com outras ferramentas e softwares, desenvolvidas por entidades governamentais ou empresas privadas e que ajudam a promover o bem-estar social.

Dentre as temáticas futuras que podem complementar esse trabalho, podemos citar: Os impactos e os limites a serem impostos às tecnologias baseadas em IA para resguardar a privacidade do paciente; A análise de custos referente a abordagem de novas tecnologias e pesquisas na área da saúde; Os desafios de integração das tecnologias baseadas em IA nas ferramentas que envolvem maior consumo de dados.

Referências

- [Aizawa et al. 2012] Aizawa, K., Aoyama, M., and Murakami, K. (2012). Language recognition power of watson-crick automata: Multiheads and sensing. In *2012 Third International Conference on Networking and Computing*, pages 357–361.
- [Aljaaf et al. 2014] Aljaaf, A. J., Al-Jumeily, D., Hussain, A. J., Lamb, D., Al-Jumaily, M., and Abdel-Aziz, K. (2014). A study of data classification and selection techniques for medical decision support systems. In *International Conference on Intelligent Computing*, pages 135–143. Springer.
- [Dascalu et al. 2015] Dascalu, C. G., Zegan, G., Cernei, E. R., and Mavru, R. B. (2015). Time series analysis in predicting the oro-maxillo-facial traumas. In *2015 E-Health and Bioengineering Conference (EHB)*, pages 1–4.
- [El-Sherbiny et al. 2018] El-Sherbiny, B., Nabil, N., El-Naby, S. H., Emad, Y., Ayman, N., Mohiy, T., and AbdelRaouf, A. (2018). Blb (brain/lung cancer detection and segmentation and breast dense calculation). In *2018 First International Workshop on Deep and Representation Learning (IWDRL)*, pages 41–47. IEEE.
- [Escalante et al. 2012] Escalante, H. J., Montes-y Gómez, M., González, J. A., Gómez-Gil, P., Altamirano, L., Reyes, C. A., Reta, C., and Rosales, A. (2012). Acute leukemia classification by ensemble particle swarm model selection. *Artificial intelligence in medicine*, 55(3):163–175.
- [Farooq et al. 2017] Farooq, A., Anwar, S., Awais, M., and Alnowami, M. (2017). Artificial intelligence based smart diagnosis of alzheimer’s disease and mild cognitive impairment. In *2017 International Smart cities conference (ISC2)*, pages 1–4. IEEE.

- [Géron 2019] Géron, A. (2019). *Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems*. O'Reilly Media.
- [Keele et al. 2007] Keele, S. et al. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical report, Citeseer.
- [Kitchenham and Charters 2007] Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.
- [Longoni et al. 2019] Longoni, C., Bonezzi, A., and Morewedge, C. K. (2019). Resistance to medical artificial intelligence. *Journal of Consumer Research*, 46(4):629–650.
- [Madhu et al. 2017] Madhu, D., Jain, C. N., Sebastain, E., Shaji, S., and Ajayakumar, A. (2017). A novel approach for medical assistance using trained chatbot. In *2017 International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT)*, pages 243–246.
- [McCarthy et al. 2006] McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., and Shannon, C. E. (2006). A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. *AI magazine*, 27(4):12–12.
- [Moreno et al. 2019] Moreno, S., Bonfante, M., Zurek, E., and San Juan, H. (2019). Study of medical image processing techniques applied to lung cancer. In *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pages 1–6. IEEE.
- [Ozkan et al. 2018] Ozkan, I. A., Koklu, M., and Sert, I. U. (2018). Diagnosis of urinary tract infection based on artificial intelligence methods. *Computer methods and programs in biomedicine*, 166:51–59.
- [Papageorgiou 2011] Papageorgiou, E. I. (2011). A new methodology for decisions in medical informatics using fuzzy cognitive maps based on fuzzy rule-extraction techniques. *Applied Soft Computing*, 11(1):500–513.
- [Shen et al. 2015] Shen, Y., Colloc, J., Jacquet-Andrieu, A., and Lei, K. (2015). Emerging medical informatics with case-based reasoning for aiding clinical decision in multi-agent system. *Journal of biomedical informatics*, 56:307–317.
- [Silva and Bállico] Silva, A. and Bállico, R. D. V. Impactos da implementação da inteligência artificial na tomada de decisão médica.
- [Wilhelm et al. 2020] Wilhelm, P., Reinhardt, J. M., and Van Daele, D. (2020). A deep learning approach to video fluoroscopic swallowing exam classification. In *2020 IEEE 17th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI)*, pages 1647–1650.
- [Yeasmin 2019] Yeasmin, S. (2019). Benefits of artificial intelligence in medicine. In *2019 2nd International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)*, pages 1–6. IEEE.
- [Yu 2019] Yu, H. Q. (2019). Extracting reliable health condition and symptom information to support machine learning. In *2019 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence Computing, Advanced Trusted Computing, Scalable Computing Communications, Cloud Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCOM/IOP/SCI)*, pages 1683–1687.