


## O papel da informação e da inteligência artificial no diagnóstico com dispositivos médicos

### The role of information and artificial intelligence in diagnosis with medical devices

**Isadora Mota Souza**   
Fatec Praia Grande  
isaahs41@gmail.com

**Jônatas Cerqueira Dias**   
Fatec Praia Grande  
jonatas.dias2@fatec.sp.gov.br

**Jeferson Cerqueira Dias**   
Fatec Itaquera  
jefersoncdias@hotmail.com

#### RESUMO

O uso da tecnologia na área hospitalar tem sido essencial para aprimorar a prevenção, diagnóstico e tratamento de diversas doenças. Por exemplo na Saúde 4.0, com recursos como Inteligência Artificial (IA), Robótica, Internet das Coisas (IoT) e Computação em Nuvem, tem sido cada vez mais utilizada no ambiente hospitalar, fornecendo informações precisas e em tempo real para apoiar a decisão médica. Os dispositivos médicos (DMs), incluindo os implantáveis, estão abrindo caminho para novos avanços na medicina e no cuidado da saúde, a questão é quais soluções tecnológicas de IA são aplicadas no diagnóstico médico, utilizando informações do dia a dia de pacientes com DMs. Uma pesquisa bibliográfica foi realizada em busca de resposta a questão de pesquisa, utilizando para isso métodos adequados de abordagem e de procedimentos, utilizando a plataforma Scopus para a busca de materiais, e ferramentas como VOSViewer e Voyant-Tools, para identificar as principais tendências e obter uma visualização gráfica dos dados coletados, referentemente. Como objetivo foi determinado a identificação de quais informações são relevantes no dia a dia do paciente com dispositivo médico implantado (DMI) que podem auxiliar na orientação de diagnóstico médico em soluções tecnológicas com inteligência artificial. Este estudo revelou uma carência de pesquisas que explorem a aplicação de tecnologias de IA em dispositivos médicos, permitindo que eles tenham um comportamento inteligente. Destaca-se ainda a falta de integração dessas tecnologias com informações cotidianas do paciente para auxiliar no diagnóstico e na tomada de decisões clínicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologia na área hospitalar; Saúde 4.0.; Inteligência Artificial na saúde; Dispositivos médicos inteligentes; Informação para tomada de decisão.

### **ABSTRACT**

*Context: The use of technology in the hospital area has been essential to improve the prevention, diagnosis and treatment of various diseases. For example, Health 4.0, with resources such as Artificial Intelligence (AI), Robotics, the Internet of Things (IoT) and Cloud Computing, has been increasingly used in the hospital environment, providing accurate, real-time information to support medical decision-making. Problem: Medical devices (MDs), including implantable ones, are paving the way for new advances in medicine and health care, the question is which AI technological solutions are applied in medical diagnosis, using information from the daily lives of patients with MDs. Method: A bibliographical survey was carried out in search of an answer to the research question, using appropriate methods of approach and procedure, using the Scopus platform to search for materials, and tools such as VOSViewer and Voyant-Tools, to identify the main trends and obtain a graphic visualization of the data collected, referentially. Objective: The objective was to identify which information is relevant in the day-to-day life of patients with implanted medical devices (IMDs) and can help guide medical diagnoses using technological solutions with artificial intelligence. Final considerations: This study revealed a lack of research exploring the application of AI technologies to medical devices, enabling them to behave intelligently. It also highlights the lack of integration of these technologies with everyday patient information to aid diagnosis and clinical decision-making.*

**KEY-WORDS:** *Technology in the hospital field; Health 4.0.; Artificial Intelligence in healthcare; Smart medical devices; Information for decision-making.*

### **INTRODUÇÃO**

A inclusão da tecnologia no âmbito hospitalar tem sido fundamental para o desenvolvimento de mecanismos de prevenção, diagnóstico e tratamento de inúmeras doenças (USLU; STAUSBERG, 2021; WEARS; HOLLNAGEL, 2017). Essa prática tem aprimorado significativamente a utilização de dispositivos eletrônicos, como por exemplo, os dispositivos médicos. Isso é especialmente notável graças ao avanço tecnológico proposto pelos conceitos de "Saúde 4.0", que estão cada vez mais presentes no ambiente hospitalar nos dias atuais (KARATAS et al., 2022).

A "Saúde 4.0" é caracterizada pela utilização de tecnologias, como Inteligência Artificial (IA), Robótica, Internet das Coisas (IoT) e Computação em Nuvem, com o objetivo de melhorar os processos da rotina médica (SINGH et al., 2022). Essas tecnologias podem fornecer informações precisas e em tempo real que apoiam a decisão médica, contribuindo para diagnósticos mais precisos.

Por exemplo, para desenvolver dispositivos médicos inteligentes que podem monitorar os sinais vitais do paciente em tempo real e enviar esses dados para os médicos, permitindo que eles acompanhem o estado do paciente de forma mais eficaz (SONY; ANTONY; MCDERMOTT, 2022; THUEMMLER; BAI, 2017). Além disso, a IA está sendo utilizada para aprimorar a detecção de doenças e para ajudar os médicos a interpretar imagens médicas de forma mais precisa. A Robótica está sendo usada para realizar cirurgias menos invasivas e mais precisas, com menores taxas de erro (KOERNER; ROSEN, 2019; MARTINS et al., 2023).

E a “Internet das Coisas” (IoT) está permitindo que os pacientes usem dispositivos móveis para monitorar a sua própria saúde e compartilhar esses dados com seus médicos. Por exemplo, para desenvolver dispositivos médicos vestíveis que podem monitorar continuamente as condições do paciente, tais como a pressão arterial, a atividade física e o sono. Esses dispositivos podem se conectar sem fio com *smartphones* e outros dispositivos, permitindo que os pacientes monitorem e gerenciem sua própria saúde em tempo real e compartilhem esses dados com seus médicos para uma melhor tomada de decisão (KOCABALLI et al., 2019).

Esta prática da adoção de tecnologias disruptivas, como IA, robótica, IoT e impressão 3D, para melhorar a eficiência e a qualidade dos serviços de saúde, promove a inovação em dispositivos médicos, que são ferramentas e equipamentos utilizados em diversas áreas da medicina, desde diagnósticos até tratamentos e monitoramento de pacientes. O Brasil é um dos maiores mercados de DMs do mundo, mas enfrenta desafios significativos em termos de inovação e competitividade, especialmente em comparação com outros países líderes no setor, como os Estados Unidos e a China (ABIIS, 2015; MUSTAPHA et al., 2021; SOOD; RAWAT; KUMAR, 2022).

Um dispositivo médico é regulamentado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) no Brasil e pela Food and Drug Administration (FDA) nos Estados Unidos. Eles devem passar por testes rigorosos para garantir a segurança e eficácia antes de serem disponibilizados no mercado. Além disso, os fabricantes de dispositivos médicos são obrigados a fornecer informações precisas e completas sobre seus produtos, incluindo instruções de uso, possíveis riscos e efeitos colaterais (ABUHAV, 2013; SEVERINO et al., 2020).

Basicamente um dispositivo médico é qualquer instrumento, aparelho, equipamento, material ou similar que seja necessário para o diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças. Esses dispositivos podem variar desde o simples esparadrapo usado para curar cortes até equipamentos cirúrgicos complexos utilizados em procedimentos invasivos. Atualmente, a indústria de dispositivos médicos está em constante crescimento e existem muitas variedades disponíveis, que podem ser divididas em duas grandes categorias: Dispositivos Médicos (DM)

e Dispositivos Médicos Implantáveis (DMI) (ABUHAV, 2013; ANVISA, 2023; CULJAT; SINGH; LEE, 2020; JENNINGS et al., 1995).

**Figura 1 – Exemplo de um Marcapasso como um Dispositivo Médico Implantável.**



Fonte: Elaborado pelos Autores

**Descrição da Imagem:** a figura apresenta um exemplo de marcapasso que é um dispositivo médico eletrônico implantado no tórax para regular os batimentos cardíacos. Ele é indicado para pessoas que têm bradicardia, que é uma condição em que o coração bate muito devagar. O aparelho apresenta tons na cor cinza com um formato elíptico, cabe na palma da mão, possui espessura aproximada de 12 mm e possui dois eletrodos na parte superior para conexão cardíaca. Fim da descrição.

No caso dos DMIs, como é o exemplo da **Figura 1**<sup>1</sup>, a tecnologia está sendo utilizada para desenvolver implantes mais avançados e personalizados, que podem ser monitorados remotamente e ajustados de acordo com as necessidades do paciente. Isso permite que os médicos controlem e monitorem os dispositivos implantados sem a necessidade de intervenções cirúrgicas invasivas (ABIIS, 2015; ANVISA, 2023; NELSON et al., 2020).

Os DMs têm um papel crucial na medicina moderna e são usados em uma variedade de setores, incluindo cirurgia, diagnóstico, terapia, monitoramento da saúde e cuidados paliativos. Eles têm ajudado a salvar vidas e melhorar a qualidade de vida de milhões de pessoas em todo o mundo (CULJAT; SINGH; LEE, 2020; JENNINGS et al., 1995).

Já os DMIs são equipamentos cada vez mais populares e avançados que ajudam a tratar uma variedade de condições médicas. Esses dispositivos são colocados dentro do corpo através de cirurgia e podem incluir desde marcapassos cardíacos até dispositivos de estimulação da medula espinhal, são geralmente seguros e eficazes, mas como qualquer procedimento médico,

<sup>1</sup> Todas as figuras presentes neste artigo possuem descrição da imagem para deficientes visuais, em conformidade com as “Orientações para descrição de imagem na geração de material digital acessível – Mecdaisy”. Indicado pela nota técnica número 21/2012/MEC/SECADI/DPEE do Ministério da Educação (MEC, 2012). Mecdaisy refere-se ao padrão “*Digital Accessible Information System (Daisy)*” – para produção e leitura de livros digitais.

eles apresentam riscos. Os pacientes devem discutir os riscos e benefícios com seus médicos antes de optar por um dispositivo médico definitivo. Além disso, os pacientes com dispositivos médicos aperfeiçoados devem seguir as instruções de cuidado e manutenção para garantir o melhor desempenho possível do dispositivo invasivas (JENNINGS et al., 1995; NELSON et al., 2020).

Simultaneamente ao desenvolvimento dos DMs e DMI's, a IA, também se desenvolveu e atualmente é amplamente utilizada na área da saúde. No âmbito hospitalar a IA, aliado a tecnologia de IoT, permite que ocorra o monitoramento dos sinais vitais dos pacientes de maneira contínua, coletando dados e realizando análises mais completas. Esse monitoramento possibilita atuar melhor na prevenção, diagnóstico e tratamentos mais eficazes e personalizados. Sistemas projetados com o suporte das tecnologias da “Saúde 4.0” podem fornecer auxílio direto a tomada de decisão clínica, pois os dados coletados de um paciente específico armazenado numa base de dados informatizada, são capazes de fornecer avaliações ou recomendações específicas do paciente para dar suporte ao profissional em suas decisões clínicas, o apoio a decisão pode melhorar a qualidade do atendimento e ajudar a evitar erros no trabalho clínico, melhorando assim a segurança do paciente (MONACO, 2017; NASCIMENTO NETO et al., 2020; SILVA; HATTORI; BONITO, 2022). A tomada de decisão na medicina é a proposição de hipóteses diagnósticas sugeridas pelo médico após colher e avaliar dados sobre os problemas de saúde de um paciente. Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADC) podem assistir o profissional nesse processo de tomada de decisão (SILVA; HATTORI; BONITO, 2022).

Uma grande vantagem do uso de tecnologias na saúde é a possibilidade de ampliar o acesso à atenção médica em áreas remotas ou de difícil acesso. Isso é possível graças à telemedicina, que permite consultas e exames à distância, além de ferramentas de comunicação que possibilitam aos profissionais de saúde acesso a informações e orientações de especialistas mesmo em locais distantes (MAEDER et al., 2021). Além disso, a tecnologia também tem permitido a melhoria na gestão de informações e processos, tornando a administração de cuidados de saúde mais eficiente e acessível. Isso inclui, desde a gestão de prontuários médicos eletrônicos até a integração de sistemas de informação para melhorar a colaboração entre profissionais de saúde e a tomada de decisões controladas em dados (PUSKIN, 1995; RODRIGUES; DE LA TORRE DÍEZ; SAINZ DE ABAJO, 2012; SEKHON et al., 2021).

Com uma evolução constante da tecnologia, os DMs e DMIs estão se tornando cada vez mais avançados e precisos, abrindo caminho para novos avanços na medicina e no cuidado da saúde. O entendimento destes conceitos levou a seguinte pergunta de pesquisa: *“Quais soluções tecnológicas de inteligência artificial são aplicadas no diagnóstico médico, utilizando informações do dia a dia de pacientes com dispositivo médico implantado?”*

## 1. OBJETIVOS

Tendo como base o problema de pesquisa apresentado anteriormente, foram formuladas algumas hipóteses, como base para os objetivos, das quais duas se destacaram:

- Hipótese 1 - A utilização de informações do dia a dia do paciente com dispositivo médico implantado pode aumentar a precisão do diagnóstico médico.

Esta hipótese sugere que as informações coletadas pelos dispositivos médicos podem fornecer dados importantes que podem ajudar os profissionais de saúde a fazer um diagnóstico mais preciso.

- Hipótese 2: O uso de inteligência artificial pode melhorar o desempenho do diagnóstico de pacientes com dispositivos médicos.

A hipótese sugere que a incorporação de inteligência artificial nos dispositivos médicos, pode melhorar a capacidade de diagnosticar a evolução clínica de pacientes com maior precisão.

De posse destas informações como premissas, (problema de pesquisa e hipóteses) foram estabelecidos os objetivos a seguir:

Objetivo geral - Identificar quais são as informações relevantes do dia a dia do paciente com dispositivo médico implantado que podem auxiliar na orientação de diagnóstico médico em soluções tecnológicas com inteligência artificial.

A partir do objetivo geral, alguns objetivos específicos foram estipulados, como segue:

- Revisar a literatura médica para identificar quais informações do dia a dia são apontadas como relevantes para o diagnóstico médico de pacientes com DMI.

- Obter as percepções dos pacientes com dispositivo médico implantado acerca do uso da solução tecnológica em seu dia a dia, bem como as informações que consideram relevantes para o seu cuidado com a saúde.
- Identificar de especialistas médicos “insights” sobre a utilização da tecnologia aplicada como solução e provimento de informação no diagnóstico médico em pacientes com DMI.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A estratégia utilizada neste estudo segue duas etapas: i) uma denominada de “Método de Abordagem” e, ii) outra de “Método de Procedimento” (GIL, 2019; MARCONI; LAKATOS, 2017).

A primeira etapa, já iniciada na seção anterior, começa com a definição do problema de pesquisa, que envolve a formulação de uma pergunta que deve ser respondida por meio de pesquisa de caráter científico. Esta pesquisa terá como base uma revisão bibliográfica aprofundada para identificar o conhecimento já existente sobre o assunto e uma análise cuidadosa das hipóteses formuladas para a pesquisa.

O método de abordagem é uma estratégia utilizada na pesquisa científica para garantir um raciocínio lógico e sistemático na busca da verdade. Ele busca estabelecer uma relação rigorosa entre os dados coletados, as hipóteses formuladas e os resultados obtidos, evitando armadilhas lógicas, preconceitos ou erros metodológicos que possam comprometer a validade das conclusões (GIL, 2019; GUSMÃO; SOUZA; MOURA, 2018).

A segunda etapa, compreende o método de procedimento que consiste em planejar e executar um estudo adequado para coletar dados relevantes para a pesquisa, iniciando pela identificação dos elementos de classificação, como: Palavras-chave; Descritores; Títulos; Autores e Instituições e dos elementos de restrições, como: Ano de publicação; Tipo de documento; Idioma; Fontes e Áreas de pesquisa (ELSEVIER, 2020), conforme pode ser observado no **Quadro 1.1** e **1.2**.

Uma vez coletados os dados, é necessário realizar análise cuidadosa e sistemática, utilizando ferramentas estatísticas e outras técnicas apropriadas. Foram utilizadas neste estudo: a) *Software* de gerenciamento de referências “Mendeley” que permite organizar e gerenciar as referências bibliográficas de forma eficiente, como também recursos para anotar, destacar e marcar citações importantes; b) Análise de citações com técnicas relacionais utilizando o

“VOSViewer” para identificar as principais tendências e temas que emergem na literatura coletada da plataforma bibliográfica e c) Ferramentas de visualização de dados como o “Voyant-Tools” para a visualizações gráfica de dados coletados, facilitando a identificação de padrões e tendências.

Por fim, é necessário interpretar os resultados obtidos de forma crítica, levando em conta as limitações do estudo e possíveis alternativas de interpretação. Com base nessa interpretação, é possível chegar a conclusões confiáveis e contribuir para o avanço do conhecimento científico.

**Quadro 1.1 – Grupos e Palavras-chave utilizadas na plataforma Scopus**

#	Grupo	Palavras-chave	Operador Lógico
1	Sistemas de Apoio à Decisão e Tomada de Decisão Clínica	"Decision Support Systems"	OR
		"Clinical Decision Making"	OR
		"Health Information Systems"	
			AND
2	Inteligência Artificial e Análise de Dados	"Artificial Intelligence"	OR
		"Machine Learning"	OR
		"Big Data"	
			AND
3	Imagens Médicas e Diagnóstico	"Expert Systems"	OR
		"Medical Imaging"	
			OR
4	Tecnologia em Saúde:	"Healthcare Technology"	OR
		"Wearable Devices"	OR
		"Health 4.0"	
			OR
5	Dispositivos Médicos	"Medical Devices"	

Fonte: Autoria própria (2023)

**Quadro 1.2 – Restrições utilizadas na seleção de material bibliográfico na plataforma Scopus**

#	Restrições
1	Ano de publicação: 2023; 2022; 2021
2	Tipo de documentos: "Article" and "Review"

Fonte: Autoria própria (2023)

Após a formulação e testes dos elementos de classificação e de restrição os artigos selecionados serão submetidos a uma primeira etapa de segregação do material conforme dois critérios: i) alta relevância referente ao tema e ii) ano de publicação. Uma segunda etapa na segregação desses artigos será realizada considerando: i) uma análise bibliométrica e ii) uma estratégia estruturada por meio de um processo com o objetivo de selecionar um portfólio de artigos relevante para a realização deste estudo, conforme discutido na seção de resultados.



### 3 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Com o objetivo de fornecer uma base conceitual consistente para o estudo em questão, esta seção apresenta, a partir da literatura científica atual, as principais teorias e conceitos relevantes, bem como apresenta uma revisão crítica das principais pesquisas já realizadas sobre as bases conceituais que suportam o presente estudo, bem como as tecnologias envolvidas.

Por exemplo, na área da saúde, a IoT é frequentemente utilizada em conjunto com Dispositivos Médicos (DMs) e Dispositivos Médicos Implantados (DMIs), o que pode gerar mudanças significativas na vida dos pacientes. Embora os DMs e DMIs possam melhorar a qualidade de vida e salvar vidas, alguns usuários relatam dificuldades em se adaptar a esses dispositivos. O texto aborda a perspectiva do paciente em relação ao uso desses dispositivos, bem como a importância do acompanhamento médico adequado, e destaca a relevância crescente da tecnologia na área da saúde.

#### 3.1 SAÚDE 4.0

A Indústria 4.0 é a quarta revolução industrial, e teve início no século XXI e representa uma mudança significativa na produção industrial. Essa mudança é caracterizada pela digitalização dos processos produtivos, interconexão dos sistemas e utilização de tecnologias avançadas, como Inteligência Artificial, Robótica, Internet das Coisas e *Big Data*. Além disso, a Indústria 4.0 promove uma maior integração entre o mundo físico e digital (DE ALMEIDA, PAULO SAMUEL, 2019).

O objetivo da Indústria 4.0 é aumentar a eficiência e produtividade dos processos industriais, reduzir custos, melhorar a qualidade dos produtos e serviços e permitir a personalização em massa. Essa transformação está mudando a forma como as empresas operam e competem no mercado global, além de impactar a economia e a sociedade como um todo. Esse conceito já foi estendido para outras áreas, como a saúde, dando origem ao conceito de Saúde 4.0.

A Saúde 4.0 tem como objetivo criar ambiente de saúde interconectado e inteligente que atenda às necessidades do setor médico de forma mais eficiente. A integração de tecnologias avançadas, algumas delas já citadas anteriormente, e processos digitais em todas as etapas do cuidado de saúde é fundamental para melhorar a qualidade e a segurança do atendimento médico ao paciente. Essa abordagem busca coletar, analisar e utilizar grandes quantidades de dados para extrair informações valiosas, principalmente em pacientes com dispositivos

médicos, visando aprimorar a precisão dos diagnósticos, a eficácia dos tratamentos e a segurança dos pacientes. (CLAUDA et al., 2019).

Isto apresenta a capacidade de mover todo o setor de saúde de um sistema que é reativo e focado na taxa por serviço, para um sistema que é baseado em valor, que mede resultados e incentiva a prevenção proativa. (CHANCHAICHUJIT et al., 2019). Dessa forma, a Saúde 4.0 é uma abordagem inovadora que traz muitos benefícios para o setor de saúde.

### **3.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL & INTERNET DAS COISAS**

A Saúde 4.0 faz a utilização de diversas tecnologias para o aprimoramento de processos, como por exemplo a IA e a IoT, que são duas tecnologias que podem ser combinadas para trazer benefícios significativos para a área da saúde. A capacidade da IA de aprender com dados e interações com o ambiente pode ser utilizada para analisar e interpretar grandes volumes de dados coletados pela IoT. Essa análise pode ser aplicada no desenvolvimento de tratamentos mais eficazes, bem como no monitoramento e acompanhamento dos pacientes. Além disso, a IoT permite a coleta de dados em tempo real e a interconexão de dispositivos, o que pode ser integrado com a IA para desenvolver soluções de saúde mais avançadas.

### **3.3 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)**

A IA é uma tecnologia que busca desenvolver algoritmos e modelos que permitam que as máquinas aprendam com dados e interações com o ambiente, de forma autônoma, e sejam capazes de realizar tarefas que, tipicamente, exigem inteligência humana. Na área da saúde, a IA pode ser utilizada em diversas aplicações, desde o desenvolvimento de medicamentos e tratamentos mais eficazes até o monitoramento e acompanhamento dos pacientes (CLAUDA et al., 2019).

A crescente necessidade de apoiar a tomada de decisões e melhorar o desempenho de diagnósticos e prognósticos têm contribuído para o crescimento e desenvolvimento da IA na área da saúde (Gerke, Minssen & Cohen, 2020). A IA normalmente está relacionada a outros termos, o conceito de *machine learning (ML)*, *redes neurais artificiais (RNA)* e *deep learning (DL)*. Esses conceitos são suportados por diferentes tipos de algoritmos e têm áreas de atuação muito específicas.

O conceito de ML é uma das principais disciplinas da IA que fornece aos computadores a capacidade de *self-improvement*<sup>2</sup>, baseado no fator experiência, e sem que haja uma programação explícita (BOHR & MEMARZADEH, 2020). De uma forma mais simples o termo ML refere-se à habilidade de criar algoritmos para que as máquinas aprendam de forma autônoma a partir de dados e interações com o ambiente, identificando padrões e realizando previsões e decisões com base nesses padrões.

Esta capacidade computacional pode melhorar a performance dos algoritmos e melhorar os processos de inovação, qualidade e eficiência de várias instituições de saúde (Turner, 2020). Dentro da mesma área de aprendizagem, o DL é uma técnica específica de ML que se baseia em (RNA) com múltiplas camadas para extrair características complexas dos dados.

As RNAs são estruturas computacionais que se assemelham ao cérebro humano, permitindo que as máquinas aprendam a partir de dados e sejam capazes de realizar tarefas cada vez mais sofisticadas, como reconhecimento de fala, visão computacional, tradução de idiomas, entre outras (Ahmed et al., 2020).

A IA oferece gama de benefícios com a capacidade de analisar grandes volumes de dados auxiliando na identificação de padrões que possam estar associados a determinadas condições (BOHR; MEMARZADEH, 2020). Isto acelera o processo de diagnóstico, melhorando a precisão dos resultados, além de poder ajudar na criação de tratamentos personalizados para pacientes com base nos dados de seu histórico médico. Isto conduz a uma melhora significativa na eficácia dos tratamentos e na redução dos efeitos colaterais, também podem ser usados para monitorar pacientes de forma contínua identificando mudanças de seus sinais vitais e comportamentos que exigem intervenção médica (Moro, Tainá (2022).

No entanto, é importante lembrar que a IA não substitui a avaliação e o diagnóstico por um profissional da saúde, ela deve ser utilizada como uma ferramenta auxiliar para ajudar os profissionais de saúde a tomar decisões mais precisas e eficazes.

### **3.4 INTERNET DAS COISAS (IOT)**

A IoT é uma rede de dispositivos eletrônicos interconectados que coletam e trocam dados entre si. Esses dispositivos podem incluir sensores, equipamentos médicos, dispositivos vestíveis, *smartphones* e outros dispositivos conectados à internet. As principais características

---

<sup>2</sup> *Self-improvement* – O conceito em questão está ligado à habilidade das máquinas de aprenderem por si mesmas e melhorarem continuamente os resultados alcançados a partir das experiências adquiridas. Esse processo de autoaprendizado e autoaprimoramento é fundamental para o desenvolvimento da inteligência artificial e para a obtenção de soluções cada vez mais eficazes e precisas. (BOHR; MEMARZADEH, 2020).

do IoT são a capacidade de coletar grandes volumes de dados em tempo real, a conectividade constante e a capacidade de comunicação e interação entre dispositivos (HENRIQUE et al., 2022).

Através da IoT, os dispositivos podem coletar e transmitir dados em tempo real, tornando-se ferramentas poderosas para a tomada de decisões informadas. A IoT é amplamente utilizada em diversas áreas, incluindo a saúde. No contexto da saúde, a IoT é frequentemente usada em conjunto com os Dispositivos Médicos (DM's) e Dispositivos Médicos Implantados (DMI's) que são equipamentos utilizados para auxiliar no tratamento médico. Alguns autores também discutem sobre a possibilidade de integrar os dispositivos médicos atuais com redes de IoT, para não apenas disponibilizar dados coletados, mas até mesmo para o gerenciamento dos equipamentos e sua manutenção de uma forma geral (AZRA e DACHYAR, 2020).

Com a crescente integração da IoT com os DM's e DMI's<sup>3</sup>, os dados podem ser coletados de forma automática, permitindo que as informações sejam transmitidas diretamente para os profissionais da saúde. Essa abordagem permite que os profissionais tenham acesso a informações atualizadas em tempo real, melhorando a precisão e eficácia das decisões tomadas. Além disso, essa combinação pode ser usada para monitorar pacientes remotamente, permitindo que os profissionais de saúde recebam alertas em tempo real sobre mudanças nos dados de saúde dos pacientes. Esses dispositivos são projetados para se conectarem com a internet por meio de tecnologias como Bluetooth, Wi-Fi, ou outras tecnologias sem fio (HENRIQUE et al., 2022). Assim, é possível que os dados coletados por estes dispositivos sejam transmitidos para sistemas de gestão de dados de pacientes, que podem ser acessados por profissionais de saúde.

### **3.5 PERSPECTIVA DO PACIENTE COM RELAÇÃO AO USO DE UM DMI**

Ao utilizar DMs e DMIs os pacientes podem experimentar mudanças significativas em suas vidas. Embora esses dispositivos possam melhorar a qualidade de vida dos pacientes e salvar vidas, alguns usuários relatam dificuldades em se adaptar a eles.

Um exemplo de DMI é o desfibrilador cardiovascular implantável (DCI), que monitora o ritmo cardíaco e fornece terapia elétrica quando necessário. No entanto, os pacientes podem ficar receosos ao utilizar este tipo de dispositivo, pois às vezes podem ocorrer disparos de

---

<sup>3</sup> Alguns exemplos de DMs e DMIs são os monitores de pressão arterial, glicômetros, dispositivos de ECG, marcapassos, bombas de insulina e neuro estimuladores ((ABUHAV, 2013; CULJAT; SINGH; LEE, 2020; JENNINGS et al., 1995)). Com essa abordagem, é possível realizar uma intervenção precoce, reduzindo a probabilidade de complicações, melhorando a eficácia do tratamento e melhora na qualidade de vida para os pacientes.

pequenas descargas elétricas desnecessárias, exigindo substituição do equipamento (Oudshoorn, n.d.,2020).

Embora os DCIs e outros dispositivos atuem como tecnologias potencialmente salvas ao intervir em problemas de ritmo cardíaco, eles também podem introduzir novas vulnerabilidades no corpo do paciente, tornando-o mais frágil. Choques indesejados e leads quebrados são exemplos dessas vulnerabilidades (Oudshoorn, n.d.,2020).

Para lidar com esses desafios, é essencial que o paciente receba acompanhamento médico adequado. Isso permitirá que o paciente compreenda o funcionamento do dispositivo, monitore seus sinais vitais e aprenda a cuidar do dispositivo. O acompanhamento também permitirá que o paciente identifique sinais de alerta de possíveis problemas e saiba quando entrar em contato com o médico (Oudshoorn, n.d.,2020).

#### **4. RESULTADOS**

Foram selecionados cento e noventa artigos da plataforma Scopus seguindo os critérios apresentados na seção anterior de materiais e métodos. Em seguida, o material foi avaliado com base nos critérios de alta relevância referente ao tema de pesquisa e ano de publicação, dando prioridade aos artigos mais recentes. No que se refere à relevância, os artigos foram submetidos à técnica de leitura exploratória (GIL, 2017) e foram avaliados com base na aderência do título, resumo e resultados apresentados pelos autores. Essa primeira segregação resultou em doze artigos relevantes que passaram para a segunda segregação com a utilização de técnicas de leitura analítica e sintética (*ibidem*) **Quadro 4.1**, além da submissão as seguintes questões: **i)** O artigo em questão provê informações que podem auxiliar no diagnóstico médico? e **ii)** O artigo inclui dispositivo médico em seu arcabouço relacionado a informação e inteligência artificial no diagnóstico? Conforme pode ser observado no **Quadro 4.2**.

**Quadro 4.1 – Portfólio de artigos resultante da segregação do material bibliográfico da plataforma Scopus**

ID	Título – Autores – DOI
001	<b>Título:</b> Co-designing opportunities for Human-Centred Machine Learning in supporting Type 1 diabetes decision-making - <b>Autores:</b> Stawarz K., Katz D., Ayobi A., Marshall P., Yamagata T., Santos-Rodríguez R., Flach P., O’Kane A.A. - <b>DOI:</b> 10.1016/j.ijhcs.2023.103003
015	<b>Título:</b> FedSepsis: A Federated Multi-Modal Deep Learning-Based Internet of Medical Things Application for Early Detection of Sepsis from Electronic Health Records Using Raspberry Pi and Jetson Nano Devices - <b>Autores:</b> Alam M.U., Rahmani R. - <b>DOI:</b> 10.3390/s23020970
035	<b>Título:</b> Developing an AI-assisted clinical decision support system to enhance in-patient holistic health care - <b>Autores:</b> Juang W.-C., Hsu M.-H., Cai Z.-X., Chen C.-M. - <b>DOI:</b> 10.1371/journal.pone.0276501
180	<b>Título:</b> Development and Usability Testing of a Consultation System for Diabetic Retinopathy Screening - <b>Autores:</b> A’bas N.N., Rahim S.S., Dolhalit M.L., Saifudin W.S.N., Abdullasim N., Parumo S., Omar R.N.R., Khair S.Z.M., Kalaichelvam K., Izhar S.I.N. - <b>DOI:</b> 10.14569/IJACSA.2021.0120522

Fonte: Autoria própria (2023)

Estes artigos estão relacionados à área de tecnologia aplicada à saúde “healthtech”, com o uso da inteligência artificial (IA) na área da saúde, seja no suporte à tomada de decisão médica, detecção precoce de doenças, triagem de pacientes ou outras aplicações relacionadas ao diagnóstico e tratamento de doenças. Cada um deles aborda um aspecto diferente dessa área, por exemplo:

- a) **001** – Utiliza o aprendizado de máquina para apoiar a tomada de decisão em pacientes com diabetes tipo 1.
- b) **015** – Realiza a detecção precoce de sepse por meio de dispositivos de Internet das Coisas (IoT).
- c) **035** - Melhora o cuidado holístico ao paciente por meio de sistemas de suporte à decisão clínica e o
- d) **180** - Desenvolve um sistema de consulta para triagem de retinopatia diabética.

**Quadro 4.2 – Resposta das perguntas submetidas aos artigos**

ID	Quest.	Avaliação
001	i	O texto destaca que monitorar continuamente os níveis de glicose no sangue é crucial para a gestão do diabetes tipo 1, assim como informações sobre carboidratos ingeridos, atividades físicas e medicações. O uso de ferramentas de aprendizagem de máquina pode analisar essas informações em tempo real e fornecer orientações personalizadas aos pacientes para gerenciar o diabetes de maneira mais eficaz. Essas ferramentas também ajudam os médicos a tomar decisões mais informadas sobre o tratamento, levando em conta as necessidades individuais de cada paciente.
	ii	Embora não seja mencionado explicitamente, essas ferramentas podem incluir dispositivos médicos, como monitores contínuos de glicose no sangue, que fornecem informações em tempo real sobre os níveis de glicose no sangue do paciente.
015	i	Sim, o artigo utiliza registros eletrônicos de saúde dos pacientes para detectar sinais precoces de sepse por meio de aprendizado profundo multimodal. Esses registros eletrônicos de saúde podem conter informações relevantes do dia a dia do paciente, como sinais vitais (como a frequência cardíaca e respiratória), temperatura corporal, nível de oxigênio no sangue, histórico médico e medicamentos prescritos, entre outras informações. Essas informações podem ser usadas para orientar o diagnóstico médico, uma vez que a sepse pode afetar diferentes sistemas do corpo e apresentar uma variedade de sintomas.
	ii	O artigo descreve o uso de dispositivos de Internet das Coisas (IoT) como Raspberry Pi e Jetson Nano para implementar a aplicação de detecção precoce de sepse. No entanto, esses dispositivos não são dispositivos médicos regulamentados. Não há evidências no artigo de que a aplicação ou os dispositivos IoT utilizados foram regulamentados como dispositivos médicos. É importante destacar que, em muitos países, os dispositivos médicos devem passar por testes rigorosos e receber a aprovação regulatória antes de serem usados em aplicações médicas.
035	i	Não descreve especificamente quais informações relevantes do dia a dia do paciente foram utilizadas para auxiliar na orientação de diagnóstico médico. No entanto, é observado que o sistema analisa dados de pacientes, como registros médicos, resultados de exames, medicação prescrita e sintomas, para fornecer informações úteis para os médicos tomarem decisões informadas e precisas sobre o tratamento. Portanto, é possível que as informações relevantes do dia a dia do paciente, como o monitoramento dos sinais vitais e a observação dos sintomas e do comportamento do paciente, possam ter sido incluídas no sistema para auxiliar na orientação do diagnóstico médico. No entanto, essa informação não é descrita em detalhes no artigo.
	ii	Não menciona explicitamente o uso de um dispositivo médico específico. Embora não haja menção a um dispositivo médico específico no artigo, o sistema de suporte à decisão clínica proposto pode ser considerado como parte de um sistema maior de tecnologia médica que inclui dispositivos de coleta de dados eletrônicos.
180	i	Sim. O sistema lida com informações como: idade, sexo, duração do diabetes, controle glicêmico e pressão arterial do paciente para realizar uma triagem inicial. Além disso, utiliza imagens retinianas para avaliar a presença de lesões e identificar os estágios da doença.
	ii	Não menciona o uso de um dispositivo médico específico.
<b>Legenda:</b> Quest. = Questão		

Fonte: Autoria própria (2023)

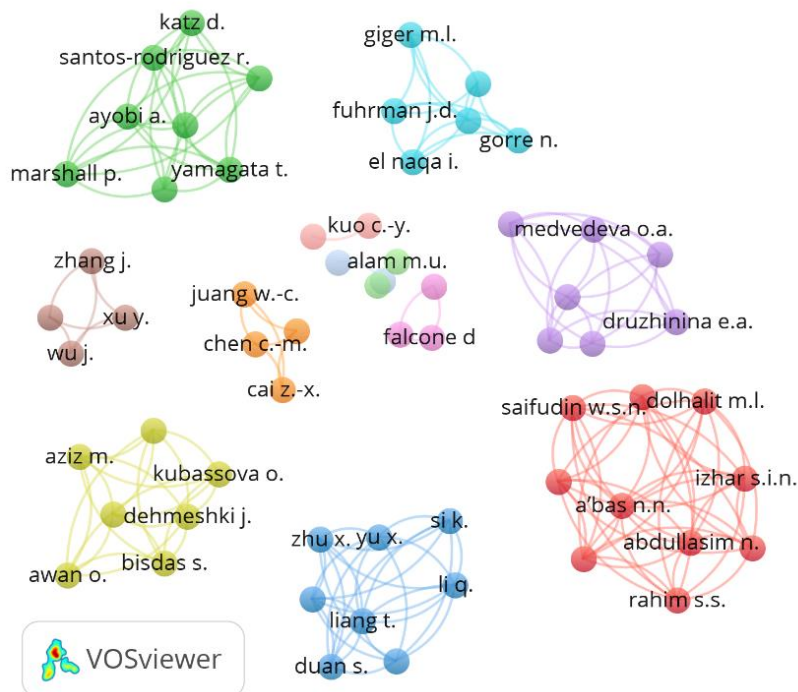
## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que os artigos resultantes não abordam completamente a questão de pesquisa, o que tornaria este estudo em um gerador de hipótese. Embora os artigos discutam o uso de informações e tecnologia de IA no diagnóstico médico, nenhum deles aborda diretamente situações envolvendo pacientes com dispositivos médicos implantados. Isso levou a uma análise das palavras-chave, que revelou uma restrição significativa no termo "Dispositivos Médicos" em relação aos outros termos de busca na plataforma selecionada.

Apesar disso, foram encontrados 190 artigos. Concluiu-se que a construção lógica dos descritores estava correta. Uma segunda verificação considerou a avaliação dos doze artigos, o que não alterou as conclusões encontradas anteriormente nos artigos do **Quadro 4.1**.

Foi realizada análise de similaridade entre os artigos utilizando o "Voyant Tools" bem como por meio de análise textual, revelando variações na aplicação das tecnologias de IA, como redes neurais artificiais, aprendizado de máquina, aprendizado profundo e internet das coisas, entre outras. Também foi observado que essas tecnologias são aplicadas em diversas aplicações clínicas, como diabetes tipo 1 e detecção precoce de sepse, conforme detalhado no **Quadro 4.2**.

**Figura 1 – Rede de coautoria entre autores dos artigos investigados nesta pesquisa**



Fonte: Elaborado pelos Autores

**Descrição da Imagem:** a figura apresenta a rede de coautoria entre autores de um conjunto de publicações científicas. Cada autor é representado por um círculo conectado a outros círculos que representam outros autores. A figura apresenta dez grupos de coautorias com variada quantidade de autores em cada grupo. O interessante a ser notado é que estes grupos não se comunicam. Fim da descrição.

Outras análises foram realizadas, como exemplo da **Figura 1** com a análise de "Coautoria" por "Autor", utilizando a ferramenta de *software* VOSViewer. O resultado mostrou um gráfico disperso, com grupos de autores isolados, indicando baixa similaridade entre as



tecnologias e as aplicações médicas. Isso evidencia a variedade na utilização da tecnologia de IA aplicada na área da saúde para este grupo de artigos analisados.

Os resultados deste estudo revelam uma carência de pesquisas que explorem a aplicação direta de tecnologias de inteligência artificial em dispositivos médicos e dispositivos médicos implantáveis, permitindo que eles tenham um comportamento inteligente. Além disso, destaca-se a falta de integração dessas tecnologias com informações cotidianas do paciente para auxiliar no diagnóstico e na tomada de decisões clínicas.

Portanto essa lacuna significativa na aplicação de tecnologias de inteligência artificial direcionadas especificamente para dispositivos médicos e dispositivos médicos implantáveis apresenta um potencial promissor para pesquisas e desenvolvimento futuro. Por exemplo, há a possibilidade de tornar esses dispositivos "inteligentes" e integrá-los a um sistema maior de suporte a decisões clínicas e gerenciamento da saúde, conectando-os a um sistema central de dados. Isso permitiria benefícios adicionais, como o monitoramento remoto do estado de saúde do paciente e das informações de controle do dispositivo, personalização do tratamento e compartilhamento de decisões entre equipes médicas e médicos de diferentes localidades geográficas, reduzindo a probabilidade de erros nas decisões médicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTIN, A. L.; ALBERTIN, R. M. DE M. **A internet das coisas irá muito além das coisas**. GV EXECUTIVO, v. 16, n. 2, p. 13, 19 maio 2017.

ANDRÉ CERQUEIRA, Diego; MAIANI DE MELLO, Rafael; HORTA TRAVASSOS, Guilherme. **Experimental Evaluation of a Checklist-Based Inspection Technique to Verify the Compliance of Software Systems with the Brazilian General Data Protection Law**. [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arxiv.2308.14874>. Acessado em: 24 nov. 2023.

BRASIL. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Lei no 13.709. Brasília, Brasil, 14 ago. 2019.

CAMARA, M. A. A.; LINS, G. H. A.; OLIVEIRA, F. H. C.; CAMELO, E. M. A.; MEDEIROS, N. R. F. C. **Internet das Coisas e blockchain no Sistema Único de Saúde: a proteção dos dados sensíveis diante da Lei Geral de Proteção de Dados**. Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário, vol. 10, no 1, p. 93–112, 18 mar. 2021. DOI 10.17566/ciads.v10i1.657. Disponível em: <https://doi.org/10.17566/ciads.v9i3.657>. Acessado em: 24 nov. 2023.

CAMARGOP, A. L. **Lei geral de proteção de dados – LGPD e segurança na internet.** Revista Judicial Brasileira, vol. 3, p. 429–447, 27 Nov. 2023. DOI 10.54795/rejubesp.dirdig.232. Available at: <https://doi.org/10.54795/rejubesp.dirdig.232>. Accessed on: 17 Jan. 2024.

CHEN, S. et al. **A vision of IoT: Applications, challenges, and opportunities with China Perspective.** IEEE Internet of Things Journal. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 1 ago. 2014.

LIMA, A. P. M. C.; ALMEIDA, D.; MAROSO, E. P.. **LGPD-Lei Geral de Proteção de Dados: sua empresa está preparada?** Literare Books, 2020.

FALLATAH, K. U.; BARHAMGI, M.; PERERA, C. **Personal Data Stores (PDS): A Review.** Sensors, vol. 23, no 3, 1 fev. 2023. <https://doi.org/10.3390/s23031477>.

GIL, A. C. **A Pesquisa no Brasil: Promovendo a excelência.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KOHL, C.; DUTRA, L. H.; WELTER, S. **LGPD: da teoria a implementação nas empresas.** SP: Rideel, 2021.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

PEREIRA, I; MENDES, J.; VIANA, D; RIVERO, L; FERREIRA, W.; SOARES, S. **Extending an LGPD Compliance Inspection Checklist to Assess IoT Solutions: An Initial Proposal.** Anais Estendidos do XIII Congresso Brasileiro de Software: Teoria e Prática (CBSOFT Estendido 2022), , p. 28–31, 2022. Disponível em: [https://doi.org/10.5753/cbsoft\\_estendido.2022.226679](https://doi.org/10.5753/cbsoft_estendido.2022.226679). Acessado em: 24 nov. 2023.

RIBEIRO P. J.; GARCÉS, L. **Especificação de requisitos de design de software para sistemas de IoT conforme a LGPD: Resultados de aplicação em um sistema de assistência para pacientes com Diabetes Mellitus.** Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS 2023), , p. 37–42, 2023. Disponível em: [https://doi.org/10.5753/sbcas\\_estendido.2023.229693](https://doi.org/10.5753/sbcas_estendido.2023.229693). Acessado em: 24 nov. 2023.

WACHOWICZ, M. **Proteção de Dados Pessoais em Perspectiva—LGPD e RGPD na Ótica do Direito Comparado.** Curitiba, PR: Gedai, 2020.

ZEADALLY, S.; BADRA, M. (Ed.). **Privacy in a Digital, Networked World: Technologies, Implications and Solutions.** Springer, 2015.