



# CAPÍTULO 11

## A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM MEDICINA: ROBÔS CIRURGIÕES, REDES NEURAIS DIGITAIS, BIG DATA EM SAÚDE, INFODEMIOLOGIA E BIOIMPRESSÃO PARA REGENERAÇÃO TECIDUAL

**Tiago Negrão de Andrade**

Discente do Programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia (Doutorado) na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design - Câmpus de Bauru.

**Osvando José Morais**

Docente e pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia (Doutorado) na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design - Câmpus de Bauru.

**Bruna Fernanda Damasceno Ramirez**

Ilustradora e nutricionista graduada pelo Centro Educacional Nossa Senhora do Patrocínio.

### RESUMO

O corpo humano é uma máquina biológica que inspirou a era das máquinas tecnológicas. Desde os primórdios da lógica, da anatomia e da matemática houve uma relação para os avanços da IA na área médica. Partindo dos métodos filosóficos (analítico, hermenêutico e dialético) propõe-se neste estudo analogias entre as máquinas e os corpos humanos em uma revisão acerca de temas emergentes em saúde e IA. O estudo descritivo abordou os temas: robôs cirurgiões; as redes neurais artificiais e a influência no Big Data; como os algoritmos dedutivos das redes artificiais entenderam a pandemia do COVID-19 por meio dos usuários do Google; as contribuições para bioengenharia tecidual e as impressões em pele. O desenho da pesquisa foi observacional, não analítico, seguido de uma revisão bibliográfica de artigos científicos em bases de dados. Concluiu-se que há muitos avanços entre a hibridização das áreas médicas e tecnológicas e que esses temas devem ser mais discutidos em outros trabalhos, desde outros pontos de vistas, a saber, o bioético, humanístico, sociológico, mercadológico que favoreçam a saúde coletiva.

**Palavras-chave:** robôs na medicina; redes neurais artificiais; *big data* em saúde; impressora de pele em bioengenharia tecidual.

### INTRODUÇÃO:

Há uma relação intrínseca entre a IA com a Medicina em toda história da tecnologia e no aprendizado de máquinas. A IA é um ramo da ciência da computação capaz de analisar dados médicos complexos. Seu potencial para explorar um relacionamento significativo em um conjunto de dados pode ser usado no diagnóstico, tratamento e previsão de resultados em muitos cenários clínicos. A proficiência das técnicas de IA tem sido explorada em quase todos os campos da medicina. Este estudo analisou desde a perspectiva histórica algumas analogias entre o cérebro humano e a inteligência de computadores (rede neurais), os olhos humanos que copiaram máquinas filmadoras, as mãos que inspiraram robôs mecatrônicas de linhas de montagem, os tecidos dérmicos que possibilitaram a medicina regenerativa e a impressão tecidual. Na medida que as máquinas aprendem a fazer cirurgias, diagnósticos, os médicos



passam a ser operadora de tecnologias. Com auxílio da filosofia este artigo reflete sobre como será o futuro em que a IA e a medicina serão vistas como complementares. Neste trabalho, utilizou-se o métodos filosóficos, o dialético, o hermenêutico e analítico, buscando problematizar e compreender as relações entre a biologia e a tecnologia como aliadas, como áreas inspiradoras e complementares que atualmente estão se fundindo por suas similaridades.

A IA e a Redes Neurais artificiais são um campo da ciência que constrói uma linguagem que conecta as máquinas com os humanos. Há relações entre a lógica, a anatomia, a álgebra matemática na construção da AI na medicina para a leitura dos sinais vitais humanos. O corpo humano é uma máquina biológica que inspirou a era das máquinas tecnológicas. Embora os humanos sendo vistos como seres orgânicos construímos um mundo sintético regido por máquinas totalmente artificial. Propõe-se neste estudo analogias entre as máquinas e o corpo humano, investigar como as redes holográficas neurais do cérebro e o avanço da neurociência contribui para as áreas da IA. Cabe a filosofia investigar e não dar respostas, mas sim investigar e questionar questões de natureza ética, política, sociológica em um assunto intrigante e futurismo, analisando e revisando a bibliografia e o que já é uma realidade nos mercados de saúde.

O desenho da pesquisa foi observacional, não analítico, seguido de uma revisão bibliográfica de artigos científicos em bases de dados (PUBMED, LILACS, MEDLINE, ADOLEC, BBO, BDEFN, HISA, LEYES, MEDCARIB, REPIDISCA, OPAS, WHOLIS e DESASTRES). Pesquisou-se artigos relacionados com a 'inteligência artificial', 'robôs médicos', 'redes neurais', 'Big Data em Saúde', 'Engenharia Tecidual', 'Impressora de Pele'.

Uma visão geral de diferentes técnicas de IA é apresentada neste artigo, juntamente com a revisão de importantes aplicações clínicas.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **ROBÓTICA MÉDICA**

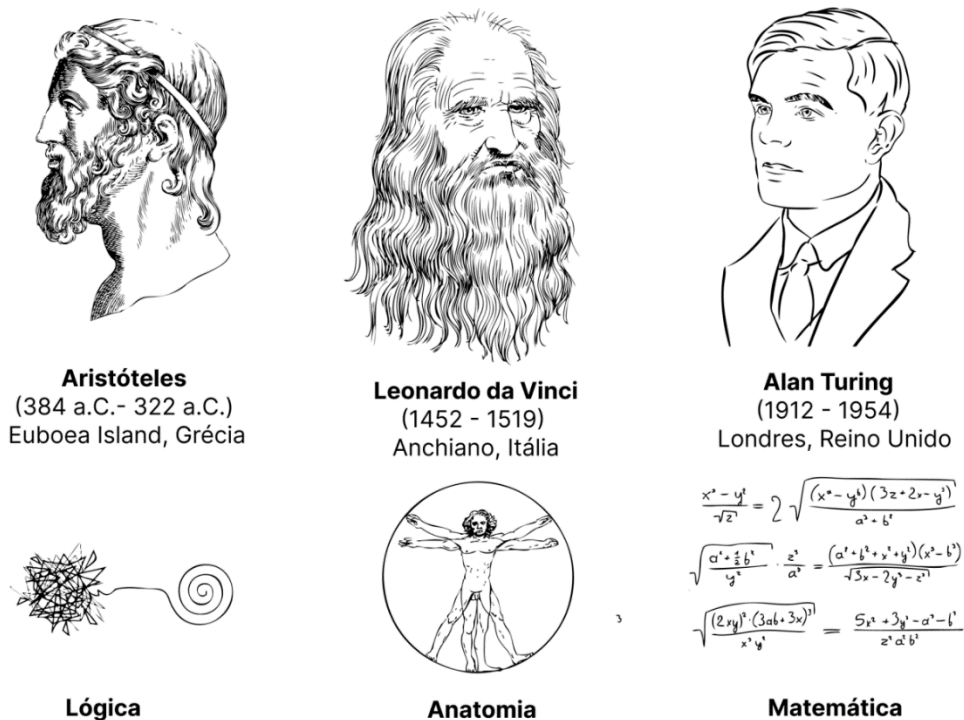
Neste contexto, a IA é definida como um campo da ciência e da engenharia preocupado com a compreensão computacional do que é comumente chamado de comportamento inteligente e com a criação de artefatos que exibem tal comportamento. Os programas que permitem que os computadores funcionem de maneiras que fazem as pessoas parecerem inteligentes são chamados de sistemas inteligentes artificiais. Os sistemas baseados em IA são amplamente empregados hoje em dia para tomar decisões que têm um impacto de longo alcance nos indivíduos e na sociedade. Suas decisões podem afetar a todos, em todos os lugares e a



qualquer momento, acarretando preocupações sobre possíveis questões de direitos humanos. Portanto, é necessário ir além dos algoritmos de IA tradicionais otimizados para desempenho preditivo e incorporar princípios éticos e legais em seu design, treinamento e implantação para garantir o bem social enquanto ainda se beneficia do enorme potencial da tecnologia de IA (HOPGOOD, 2021).

A história da IA na área médica é fruto de diversas áreas do conhecimento, tais como lógica, anatomia e matemática. No conhecimento em filosofia, Aristóteles tentou formalizar o 'pensamento correto' (lógica) através de seus silogismos (um raciocínio dedutivo de três partes). Muito do trabalho na era moderna foi inspirado por isso e os primeiros estudos sobre o funcionamento da mente ajudaram a estabelecer o pensamento lógico contemporâneo (STIM, 2021). Da Vinci, grande estudioso e criativo, foi um dos pioneiros a desenhar os mecanismos dos corpos. Leonardo da Vinci, o desbravador do corpo humano, fez grandes inovações no estudo da anatomia, elaborando desenhos e técnicas de dissecação de cadáveres, buscando compreender seus mecanismos biológicos, físicos e mecânicos. O matemático britânico Alan Turing (1950) foi um dos fundadores da moderna ciência da computação e IA. Ele definiu o comportamento inteligente em um computador como a capacidade de alcançar desempenho de nível humano em tarefas cognitivas, o que mais tarde se tornou popular como o 'teste de Turing' (MCGILLIVRAY, 2020).

**IMAGEM 1 -** Precursores da Inteligência Artificial.



Fonte: Autores, Ilustrado por Bruna Ramires.



No final do século XX, uma nova disciplina de engenharia surgiu como descendente da engenharia mecânica e da eletrônica. O termo mecatrônica foi cunhado por Tetsuro Mori e foi marca registrada da *Yasakawa Electric Corporation* de 1971 a 1982. Para entender a evolução da mecatrônica, é preciso entender a evolução da engenharia mecânica, elétrica, eletrônica e da computação. A palavra mecatrônica foi usada pela primeira vez no Japão na década de 1960, e o campo de fato disse ter surgido da robótica

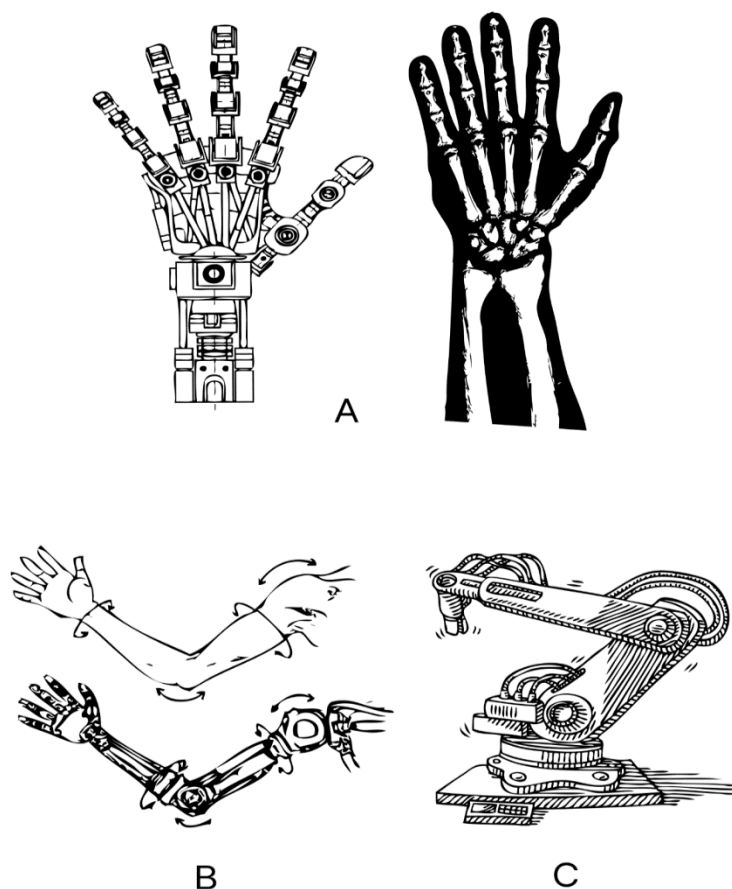
No início, os braços do robô eram descoordenados e não tinham feedback sensorial, mas conforme os avanços foram feitos na programação, tecnologia de sensores e controles, os movimentos robóticos tornaram-se mais coordenados. Ao longo do caminho, os avanços da mecatrônica começaram a ser usados em máquinas de venda automática, câmeras com foco automático e abridores de portas. Com o advento da tecnologia da informação na década de 1980, os microprocessadores foram introduzidos em sistemas mecânicos, melhorando significativamente o desempenho. Na década de 1990, os avanços na inteligência computacional foram aplicados à mecatrônica de maneiras que revolucionaram o campo. O conceito de aplicar a abordagem da mecatrônica ao projeto, desenvolvimento e fabricação tem sido popular por várias décadas no Japão e na Europa, mas está lentamente ganhando terreno nos Estados Unidos. As máquinas eram tradicionalmente projetadas por engenheiros mecânicos, e somente depois disso as soluções de controle e programação eram fornecidas por engenheiros de computação e software. (HARASHIMA et al 1996; DIXIT, 2017).

O primeiro robô na área médica para tratar de humanos foi utilizada em 1985 para procedimentos de biópsias neurocirúrgicas, o *programmable Universal Machine for Assembly (PUMA)* 2002. O robô tinha finalidade de fazer procedimentos urológicos e de próstata comuns pelo *The Robotics Center, no Imperial College*. No ano de 1992, um guiado sistema movido por imagem, o *Robodoc® Surgical System* foi criado para cirurgias de prótese total de quadril. Este avanço, possibilitou o cirurgião melhorar o tamanho da prótese customizando-a para o paciente. O *Robodoc* sendo o único autorizado pela *Food and Drug Administration (FDA)* no uso em cirurgia ortopédica. Já na década de 90, houve um avanço no cenário robótico em que o conceito mestre servo (*masterslave*), denominado ao controle remoto dos movimentos robóticos por estação de trabalho distante. Em 1990, Yulun Wang financiou pela *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)*, com incentivo de Jacques Périsat, em 1989, na conferência anual *SAGES* em Atlanta, a *Computed Motion* inicialmente, empresa especializado, criou um braço robótico via controle de voz equipado com endoscópio chamado



AESOP® (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning) (KROLL, 1998; DAVIES, 1991).

**IMAGEM 2** - Elo de Ligação entre Anatomia Humana e Robótica.



**Fonte:** Autores, ilustrado por Bruna Fernanda Ramires.

Legenda: A) Mãos biônicas e Mãos Humanas; B) Analogias entre as funções mecânicas e fisiológicas do braço humano; C) Contribuição para o desenvolvimento da robótica.

Desde meados do século passado, os pesquisadores exploraram as aplicações potenciais de técnicas inteligentes em todos os campos da medicina. A aplicação da tecnologia de IA no campo da cirurgia foi investigada sucessivamente pela primeira vez por Gunn em 1976, quando ele explorou a possibilidade de diagnosticar dor abdominal aguda com análise de computador. As duas últimas décadas viram um aumento no interesse da IA médica. (KARIMI, 2020).

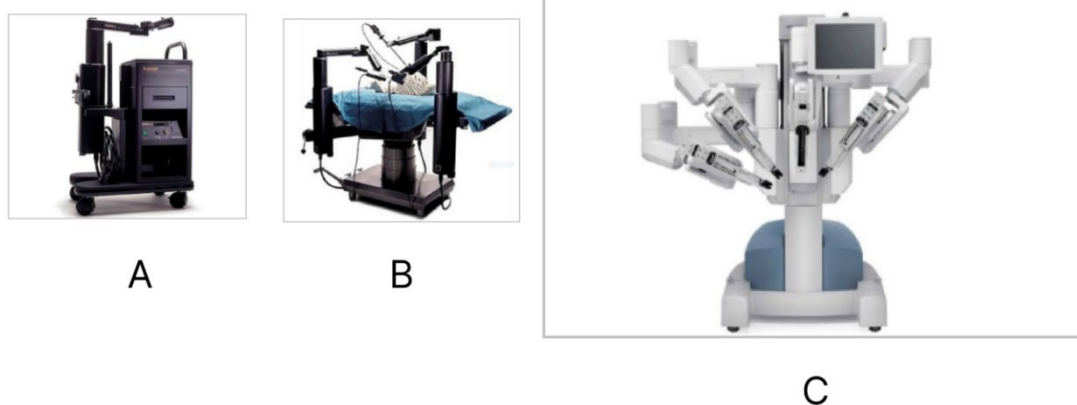
Na história da robótica médica, tivemos 3 grandes gerações de Robôs (ver em imagem 3). O primeiro modelo de braço robótico aprovado em 1994 para uso, o *AESOP 1000* era controlado por pedais. A próxima geração, o *AESOP 2000*, projetado dois anos depois, substituiu os pedais por sistema de controle de voz, permitindo ao cirurgião o controle do endoscópio, proporcionando a 'terceira mão'. Ao obedecer à voz, o *AESOP 2000* eliminou a necessidade de um auxiliar para segurar o endoscópio. A plataforma evoluiu para o *AESOP*



3000®, aumentando os graus de liberdade, e teve a plataforma final com o AESOP HR (HERMES Ready), tendo controle de voz integrado e funções como sala cirúrgica, iluminação e movimento da mesa de operação. Quando idealizado, o *AESOP robótico* foi projetado para melhorar a estabilidade da imagem e reduzir o pessoal médico necessário na sala de cirurgia, mostrando inúmeras vantagens documentadas sobre a tradicional câmera de suporte humano, especialmente substituindo a necessidade de cirurgião assistente, que pode ficar fatigado durante longos procedimentos. Porém, os procedimentos cirúrgicos exigiam não apenas a telemanipulação da câmera de vídeo, mas também os movimentos dos cirurgiões (MORRELL, 2021).

Para alcançar o máximo impacto de precisão, as plataformas de cirurgia assistida por robô utilizam hardware eletrocirúrgico, instrumentos, IA e análise de dados. A cirurgia robótica minimiza o dano tecidual, a dor e as readmissões hospitalares, pois pode ser implantada precisamente durante a cirurgia. Além disso, com a visualização tridimensional da imagem (em vez da visão bidimensional na laparoscopia padrão), a robótica cirúrgica elimina ainda mais o risco de tremores nas mãos. Os modelos avançados oferecem controles principais ativados por voz ou manuais para demonstrar o movimento estável da câmera, além de design ergonômico e simulador de treinamento. Apesar dos benefícios da cirurgia minimamente invasiva (MIS), internações hospitalares mais curtas e retorno mais rápido às atividades normais, apenas cerca de 3% das cirurgias são realizadas de forma robótica no mundo (MORRELL, 2021).

**IMAGEM 3** - Robôs na Medicina.



**Fonte:** MORRELL (2021).

**Legenda:** A - AESOP (sistema endoscópico automatizado para posicionamento ideal); B - robô ZEUS consistia em três braços; C - Modelo do Robô Da Vinci S, lançado em 2006.



## DADOS DO MERCADO DE ROBÓTICA CIRÚRGICA

A *GlobalData*, em seu relatório (2022) sobre o cenário do mercado de robótica cirúrgica, estima que o mercado de robótica cirúrgica valia US\$ 9,6 bilhões e para 2021, globalmente, espera-se que cresça em todas as regiões. A América do Norte é o mercado com maior geração de receita, com a APAC contribuindo com 11,5% da receita global. Espera-se um crescimento robusto do mercado de robótica cirúrgica globalmente na próxima década. Até 2030, terá crescido a um CAGR constante de 6,6%, para US\$ 17 bilhões, reforçado pelo uso de IA, realidade aumentada e realidade virtual na robótica. Enquanto isso, a *MarketsandMarkets* informa que “o mercado de robôs cirúrgicos valerá US\$ 14,4 bilhões até 2026. A América do Norte dominou o mercado de robôs cirúrgicos, com uma participação de 63,6% em 2019, enquanto a região da Ásia-Pacífico deve registrar o maior CAGR de 18,5% durante o período de previsão”. Os robôs foram impulsionados principalmente pela complexidade dos procedimentos para tratar condições médicas complexas. O sistema cirúrgico robótico (imagem 4) mais utilizado é conhecido como Sistema Cirúrgico da Vinci (*da Vinci Surgical System*), fabricado pela *Intuitive Surgical, Inc.* com sede na Califórnia, EUA. A *Intuitive Surgical* continua a aproveitar os benefícios da penetração no mercado, sendo a primeira grande empresa a produzir sistemas cirúrgicos robóticos para uma grande variedade de procedimentos. Ao aplicar uma abordagem MIS, esse sistema foi implantado em procedimentos como prostatectomias, reparo de válvulas cardíacas e procedimentos cirúrgicos renais e ginecológicos nas últimas duas décadas.. Desde a sua criação em 1995, os Sistemas da Vinci realizaram mais de 6 milhões de cirurgias, sendo a escolha padrão para cirurgias robóticas (BHASKAR, 2023; INTUITIVE, 2023).



**IMAGEM 4 - Da Vinci, Robô Cirúrgico.**



**Fonte:** INTUITIVE (2023).

**Legenda:** A) CARRINHO DO PACIENTE: Exclusivo para o sistema, escolha Xi ou X. Visão frontal do console do cirurgião do sistema Da Vinci; B) CONSOLE DO CIRURGIÃO Componente universal para Xi e X. Tela de exibição do Vision Cart do sistema cirúrgico Da Vinci desligada; C) CARRINHO DE VISÃO: Componente universal para Xi e X

A medicina moderna enfrenta o desafio de adquirir, analisar e aplicar a grande quantidade de conhecimentos necessários para resolver problemas clínicos complexos. O desenvolvimento da IA médica tem sido relacionado ao desenvolvimento de programas de IA destinados para ajudar o clínico na formulação de um diagnóstico, a tomada de decisões terapêuticas e a previsão de resultados. Eles são projetados para apoiar os cuidados de saúde dos trabalhadores em suas tarefas supervisionadas, auxiliando nas tarefas que dependem da manipulação de dados e conhecimento. A IA promete mudar a prática da medicina de formas até então desconhecidas, mas muitas de suas aplicações práticas ainda são incipientes e precisam ser melhor exploradas e desenvolvidas. Os profissionais médicos também precisam entender e se acostumar com esses avanços para uma melhor prestação de cuidados de saúde às massas (MALIK, 2019). A IA na medicina pode ser dicotomizada em dois subtipos: virtual e física. A parte virtual varia de aplicativos como sistemas de registro de saúde eletrônico a orientação baseada em rede neural em decisões de tratamento. A parte física trata de robôs que auxiliam na realização de cirurgias, próteses inteligentes para deficientes físicos e atendimento a idosos (HAMET & TREMBLAY, 2017).





Usados pela primeira vez na medicina em 1985, os robôs agora causam impacto em laparoscopia, neurocirurgia, cirurgia ortopédica, resposta a emergências e várias outras disciplinas médicas. Este artigo fornece uma revisão da história dos robôs médicos e examina as capacidades dos atuais sistemas de robôs médicos, concentrando-se principalmente em sistemas disponíveis comercialmente, ao mesmo tempo em que cobre alguns projetos de pesquisa proeminentes. Ao examinar os sistemas robóticos ao longo do tempo e das disciplinas, são discerníveis tendências que implicam capacidades futuras de robôs médicos, por exemplo, aumento do uso de imagens intraoperatórias, design aprimorado do braço do robô e feedback tátil para orientar o cirurgião (BEASLEY, 2012).

Os robôs médicos foram revisados em vários artigos desde a década de 1990. Muitas dessas revisões são específicas do domínio, por exemplo, com foco em robôs cirúrgicos, robôs urológicos, robôs de coluna e assim por diante.

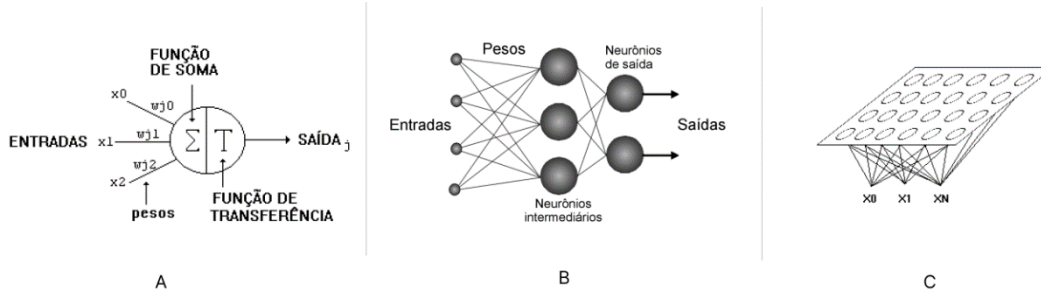
O trabalho de FEI (2001) apresentou um método sistemático para analisar, controlar e avaliar os problemas de segurança da robótica médica. Criou-se um modelo de segurança que consiste em três eixos para analisar os fatores de segurança. Software e hardware são os dois eixos materiais. O terceiro eixo é a política que controla todas as fases de projeto, produção, teste e aplicação do sistema robótico. A segurança sempre foi a questão chave na construção do robô. As estratégias controle de seguro de segurança foram adotadas para melhoria da segurança em projetos mecânicos, elétricos e de software. O teste inicial no *URObot* mostrou que o controle de seguro de segurança tinha a capacidade potencial de melhorar a segurança do sistema. Outros experimentos de segurança estão sendo conduzidos em nosso laboratório.

## **REDES NEURAS ARTIFICIAIS**

A rede neural artificial (RNA), ou simplesmente rede neural, é um método de aprendizado de máquina desenvolvido a partir da ideia de simular o cérebro humano. A explosão de dados na pesquisa moderna de descoberta de medicamentos requer métodos de análise sofisticados para descobrir as relações causais ocultas entre respostas únicas ou múltiplas e um grande conjunto de propriedades. A RNA é uma das muitas ferramentas versáteis para atender a demanda na modelagem de descoberta de drogas. Em comparação com uma abordagem de regressão tradicional, a RNA é capaz de modelar relacionamentos não lineares complexos. (KROGH, 2008; ZOU et al 2009;).



IMAGEM 5 - Funcionamento Das Redes Artificiais.



Fonte: TAFNER (1988 Legenda: A) O Neurônio Artificial; B) A Rede; C) Auto-Organização.

O entendimento da imagem 5 é descrito na TABELA 1, que resume o estudo de TAFNER (1988), propondo as relações entre a legena A, B e C.

TABELA 1 - Funcionamento Das Redes Artificiais.

A	O Neurônio Artificial é uma estrutura lógico-matemática que procura simular a forma, o comportamento e as funções de um neurônio biológico. Assim sendo, os dendritos foram substituídos por entradas, cujas ligações com o corpo celular artificial são realizadas através de elementos chamados de peso (simulando as sinapses). Os estímulos captados pelas entradas são processados pela função de soma, e o limiar de disparo do neurônio biológico foi substituído pela função de transferência.
B	Combinando diversos neurônios artificiais podemos formar o que é chamado de rede neural artificial. As entradas, simulando uma área de captação de estímulos, podem ser conectadas em muitos neurônios, resultando, assim, em uma série de saídas, onde cada neurônio representa uma saída. Essas conexões, em comparação com o sistema biológico, representam o contato dos dendritos com outros neurônios, formando assim as sinapses. A função da conexão em si é tornar o sinal de saída de um neurônio em um sinal de entrada de outro, ou ainda, orientar o sinal de saída para o mundo externo (mundo real). As diferentes possibilidades de conexões entre as camadas de neurônios podem gerar n números de estruturas diferentes. Exemplo de uma Rede Neural Artificial de 2 camadas com 4 entradas e 2 saídas As variantes de uma rede neural são muitas, e combinando-as, podemos mudar a arquitetura conforme a necessidade da aplicação, ou ainda, conforme o gosto do projetista. Basicamente, os itens que compõem uma rede neural e, portanto, sujeito a modificações, são os seguintes: Conexões entre camadas; Camadas intermediárias; Quantidade de neurônios; Função de transferência; Algoritmo de aprendizado.
C	O esquema constitui uma rede neural de treinamento não supervisionado, e de apenas duas camadas. Diz-se que esse tipo de rede possui um paradigma topológico, uma vez que a rede pode apresentar qualquer formato geométrico bidimensional em sua camada de saída, como hexagonal, retangular, triangular e outras. Depois de escolhida a rede neural e definida a sua arquitetura, segue uma fase chamada de treinamento, ou seja, uma fase cuja tarefa é "treinar" a rede neural com uma coleção de estímulos (sinais complexos, voz, imagens, etc.) que se deseja que a rede reconheça quando em operação. Na fase treinamento, os neurônios da camada de saída competem para serem os vencedores a cada nova iteração do conjunto de treinamento. A rede neural "aprendeu" quando ela passa a reconhecer todas as entradas apresentadas durante a fase de treinamento. Assim é que se traduz o aprendizado da rede neural, pois, havendo pelo menos um neurônio que represente uma determinada informação (um estímulo apresentado na entrada), sempre que este estímulo for apresentado a esta rede neural, aquele neurônio que foi treinado para representá-lo, automaticamente irá ser disparado, informando assim, qual o estímulo que foi apresentado para a rede neural.

Fonte: TAFNER (1988).

A rede neural artificial foi a ferramenta analítica mais comumente usada, enquanto outras técnicas de IA, como sistemas especialistas fuzzy, computação evolutiva e sistemas inteligentes híbridos, foram usadas em diferentes configurações clínicas. As técnicas de IA têm potencial para serem aplicadas em quase todas as áreas da medicina. Há necessidade de mais



ensaios clínicos que sejam adequadamente projetados antes que essas técnicas emergentes encontrem aplicação no cenário clínico real (RAMESH, 2004).

As redes neurais, também conhecidas como redes neurais artificiais (RNAs) ou Redes Neurais Simuladas (RNSs), são um subconjunto do aprendizado de máquina e estão no centro dos algoritmos de aprendizado profundo. Seu nome e estrutura são inspirados no cérebro humano, imitando a maneira como os neurônios biológicos sinalizam uns aos outros (YEGNANARAYANA, 2009).

As redes neurais artificiais (RNSs) são compostas por camadas de nós, contendo uma camada de entrada, uma ou mais camadas ocultas e uma camada de saída. Cada nó, ou neurônio artificial, se conecta a outro e tem um peso e limite associados. Se a saída de qualquer nó individual estiver acima do valor limite especificado, esse nó é ativado, enviando dados para a próxima camada da rede. Caso contrário, nenhum dado é repassado para a próxima camada da rede. As redes neurais dependem de dados de treinamento para aprender e melhorar sua precisão ao longo do tempo. No entanto, uma vez que esses algoritmos de aprendizado são ajustados para precisão, eles são ferramentas poderosas em ciência da computação e IA, permitindo classificar e agrupar dados em alta velocidade (IBM, 2023).

## INTELIGÊNCIA DA REDE

Tarefas de reconhecimento de fala ou reconhecimento de imagem podem levar minutos versus horas quando comparadas à identificação manual por especialistas humanos. Uma das redes neurais mais conhecidas é o algoritmo de busca do Google, com a função de descobrir, entender e organizar todo o conteúdo da internet, a fim de entregar as melhores respostas para as pesquisas dos usuários (YEGNANARAYANA, 2009; IBM, 2023).

As redes neurais podem ser classificadas em diferentes tipos, que são usados para diferentes propósitos. Embora esta não seja uma lista abrangente de tipos, a lista abaixo seria representativa dos tipos mais comuns de redes neurais que você encontrará para seus casos de uso comuns.

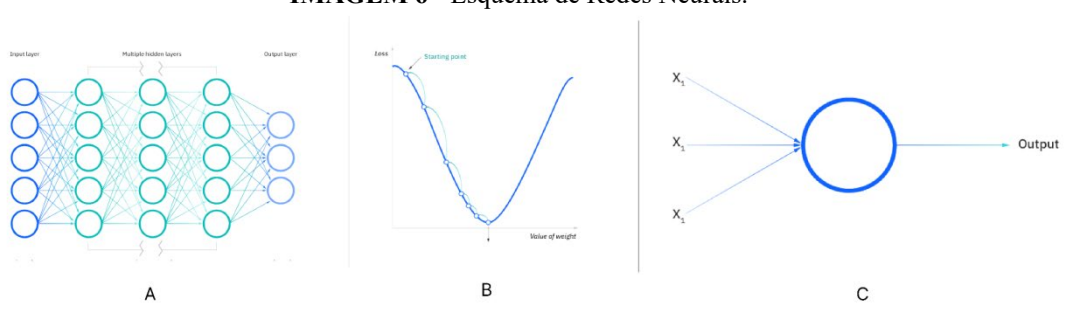
O perceptron é a rede neural mais antiga, criada por Frank Rosenblatt em 1958. As redes neurais *feedforward*, ou *Perceptrons Multicamadas* (PMs), são o que focamos principalmente neste artigo. Eles são compostos de uma camada de entrada, uma camada ou camadas ocultas e uma camada de saída. Embora essas redes neurais também sejam comumente chamadas de PMs, é importante observar que, na verdade, elas são compostas por neurônios sigmóides, não perceptrons, pois a maioria dos problemas do mundo real não é linear. Os dados geralmente são



inseridos nesses modelos para treiná-los, e eles são a base para visão computacional, processamento de linguagem natural e outras redes neurais.

As redes neurais convulsionais (RNCs) são semelhantes às redes *feedforward*, mas geralmente são utilizadas para reconhecimento de imagens, reconhecimento de padrões e/ou visão computacional. Essas redes aproveitam os princípios da álgebra linear, particularmente a multiplicação de matrizes, para identificar padrões dentro de uma imagem.

**IMAGEM 6** - Esquema de Redes Neurais.



**Fonte:** IBM (2023).

Redes neurais recorrentes (RNNs) são identificadas por seus loops de feedback. Esses algoritmos de aprendizado são aproveitados principalmente ao usar dados de séries temporais para fazer previsões sobre resultados futuros, como previsões do mercado de ações ou previsões de vendas.

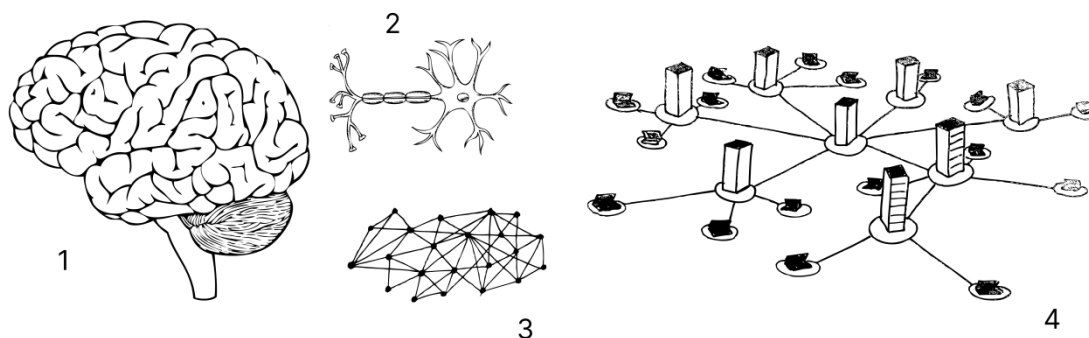
Diagrama de um perceptron, Redes neurais versus aprendizado profundo:

*Deep Learning* e redes neurais tendem a ser usados de forma intercambiável na conversa, o que pode ser confuso. Como resultado, vale a pena notar que o “profundo” no aprendizado profundo se refere apenas à profundidade das camadas em uma rede neural. Uma rede neural que consiste em mais de três camadas – que incluiriam as entradas e a saída – pode ser considerada um algoritmo de aprendizado profundo. Uma rede neural que possui apenas duas ou três camadas é apenas uma rede neural básica.

Conforme demonstra a imagem 6, a seguir, a rede neural artificial é inspirada na arquitetura de neurônios biológicos, como o cérebro humano. O cérebro humano é composto por um número muito grande de neurônios interconectados. Cada neurônio é uma célula que executa uma tarefa simples, como uma resposta a um sinal de entrada. No entanto, quando uma rede de neurônios é conectada, eles podem realizar tarefas complexas, como reconhecimento de fala e imagem, com incrível velocidade e precisão.



**IMAGEM 7** - Cérebro humano inspirou as redes neurais.



**Fonte:** Autores da Pesquisa, Ilustrado por Bruna Fernanda Ramires.

Normalmente, leva algumas centenas de milissegundos para um ser humano concluir uma tarefa como reconhecer um rosto, enquanto o neurônio individual do cérebro tem uma velocidade de computação de alguns milissegundos. Isso mostra que o cérebro leva apenas cem passos de computação para realizar tal tarefa, em comparação com milhões de passos necessários para um computador realizar uma tarefa semelhante. Esse tempo de processamento curto implica que a informação transmitida entre os neurônios deve ser muito pequena. Ao contrário do computador tradicional, toda a informação não é passada de neurônio para neurônio, mas codificada na complexa interconexão da rede de neurônios. É por isso que a rede neural também é chamada de conexionismo.

O trabalho de SHAHID (2019) revisou que as organizações de saúde estão aproveitando as técnicas de aprendizado de máquina, como redes neurais artificiais (RNAs), para melhorar a prestação de cuidados a um custo reduzido. As aplicações de RNAs para diagnóstico são bem conhecidas; no entanto, as RNA são cada vez mais usadas para informar as decisões de gerenciamento de cuidados de saúde e concluiu que as principais características e impulsionadores para a aceitação do mercado de ANN para a tomada de decisões organizacionais de assistência médica para orientar a adoção adicional dessa técnica.

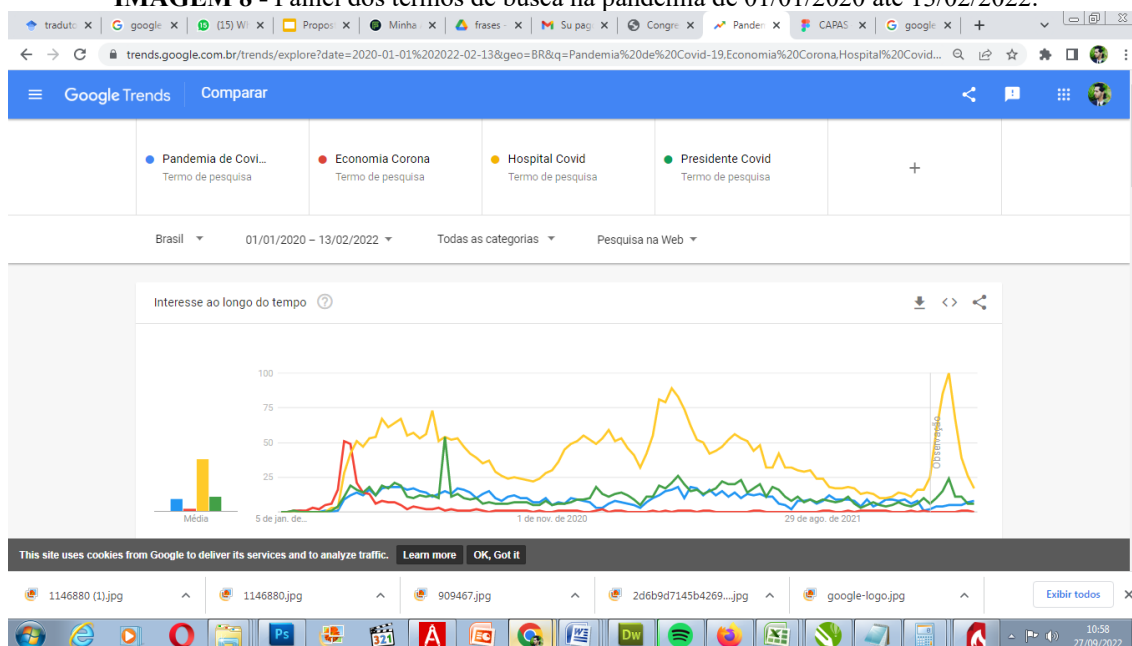
## **GOOGLE TRENDS, INFODEMIOLOGIA E INTELIGÊNCIAS DE REDE NA PANDEMIA DO COVID 19**

Tendo em vista que a ferramenta *Google Trends* utiliza IA, estuda os algoritmos e faz a indução das informações para correlações inteligentes e assertivas; registra e documenta, em uma linha do tempo, os termos de pesquisa e permite o cruzamento e a tabulação dos dados por palavras-chaves, datas, regiões geográficas e exibe gráficos comparativos dos termos em ascensão das pesquisas dos usuários do Google. O estudo dos autores deste artigo (ANDRADE e MORAIS, 2022) buscou compreender o cenário da epidemiologia da informação e a crise



política, econômica e de saúde durante a pandemia. Os métodos foram obtidos no site da Google Trends o total de 5 termos de busca, sendo 4 destes "Pandemia de Covid-19", "Economia Corona", "Hospital Covid", "Presidente Covid" foram analisados juntos e o termo "Auxílio Emergencial" separadamente por despontar 100% da margem de acesso quando comparado aos termos mencionados. A consulta mapeou o período 01/01/2020 até 13/02/2022. Pode-se perceber um extremo Pode-se entender o fenômeno da infodemiologia utilizando o Google Trends para mapear os termos de busca e relacionar fatos históricos na tentativa da compreensão dos ocorridos na pandemia da Covid-19.

**IMAGEM 8** - Painel dos termos de busca na pandemia de 01/01/2020 até 13/02/2022.



Fonte: (ANDRADE & MORAES, 2022).

À medida que o papel da pesquisa evolui para atingir vários pontos de contato do usuário, a otimização para o usuário nunca foi tão importante. Isso se reflete no foco contínuo do Google na experiência do usuário. Seja em suas principais atualizações algorítmicas, novos recursos, produtos ou alterações no formato SERP. Embora algumas dessas alterações do Google tenham envolvido atualizações direcionadas a conteúdo, links e spam de baixa qualidade, outras atualizações visam entender o comportamento e a intenção do consumidor. Por exemplo, as atualizações mais recentes se concentraram na velocidade da página, *Core Web Vitals* e análises de produtos. Considerando a enorme concorrência por imóveis SERP das marcas, até mesmo pequenas quedas na posição terão um impacto crítico no tráfego, na receita e nas conversões. Existiu diferentes atualizações do Google e avanços tecnológicos que refletem significativamente o foco do mecanismo de pesquisa no usuário humano e suas experiências online – do Panda em 2011 até a experiência de página e produto em 2021 e 2022.



A pandemia global significou que o comportamento do usuário e os padrões de pesquisa mudaram para sempre, pois o Google continua a se concentrar nos sinais EAT. Muitas das atualizações do Google sinalizam que SEO técnico, ciência de dados e excelência em marketing de conteúdo estão se unindo. (LEONG, 2019; POWLES et al 2017).

## **BIG DATA NA SAÚDE**

O trabalho de ANDREU-PEREZ (2015) fornece uma visão geral dos desenvolvimentos recentes em big data no contexto da informática biomédica e da saúde. Descreve as principais características do Big Data e como a informática médica e de saúde, a bioinformática translacional, a informática de sensores e a informática de imagem se beneficiarão de uma abordagem integrada de reunir diferentes aspectos da informação personalizada de uma ampla gama de fontes de dados, tanto estruturadas quanto não estruturadas, abrangendo genômica, proteômica, metabolômica, bem como imagem, diagnóstico clínico e detecção fisiológica contínua de longo prazo de um indivíduo. Espera-se que os avanços recentes em Big Data ampliem nosso conhecimento para testar novas hipóteses sobre o gerenciamento de doenças, desde o diagnóstico até a prevenção e o tratamento personalizado. A ascensão do Big Data, no entanto, também levanta desafios em termos de privacidade, segurança, propriedade de dados, administração de dados e governança.

A quantidade de dados produzidos dentro da Informática em Saúde tornou-se bastante vasta, e a análise desse Big Data concede possibilidades potencialmente ilimitadas de conhecimento a ser adquirido. Além disso, essas informações podem melhorar a qualidade dos cuidados de saúde oferecidos aos pacientes. No entanto, há uma série de questões que surgem ao lidar com essas vastas quantidades de dados, especialmente como analisar esses dados de maneira confiável. O objetivo básico da Informática em Saúde é obter dados médicos do mundo real de todos os níveis da existência humana para ajudar a avançar nossa compreensão da medicina e da prática médica. O trabalho de HERLAND et al (2014) apresenta pesquisas recentes usando ferramentas e abordagens de Big Data para a análise de dados de Informática em Saúde coletados em vários níveis, incluindo os níveis molecular, tecidual, paciente e populacional. Além de coletar dados em vários níveis, vários níveis de questões são abordados: biologia em escala humana, escala clínica e escala epidêmica. Também analisaremos e examinaremos possíveis trabalhos futuros para cada uma dessas áreas, bem como a combinação de dados de cada nível pode fornecer a abordagem mais promissora para obter o máximo de conhecimento em Informática em Saúde.



Com a entrada em vigor do Regulamento Geral de Proteção de Dados da UE em 2018, o palco está montado para o debate internacional sobre o compartilhamento de Big Data na saúde. Considerando o fato de que os dados de saúde (e especialmente os dados genéticos) são considerados “sensíveis”, há uma maneira de estruturar o debate sobre as barreiras e a relação risco-benefício que se afaste dos tradicionais prós e contras de potenciais riscos de privacidade e discriminação? A discriminação potencial foi abordada na legislação e o equilíbrio dos direitos de privacidade com os benefícios potenciais do compartilhamento de dados na ciência intensiva está levando a uma abordagem mais proporcional. Postula-se que um importante catalisador que deslocará ainda mais esse debate de seus contornos tradicionais seria ativar o “direito à ciência” consagrado no direito internacional. É digno de nota que a Aliança Global para Genômica e Saúde desenvolveu uma Estrutura para o Compartilhamento Responsável de Genômica e Dados Relacionados à Saúde com base nesse direito humano. Da mesma forma, diretrizes recentes do Conselho de Organizações Internacionais de Ciências Médicas e da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, bem como do Colégio Americano de Genética Médica e Genômica, contêm disposições que promovem o compartilhamento de dados, indicando que a ciência intensiva em dados pode se tornar gradualmente fundado em um ethos mais comunitário (KNOPPERS, 2017).

A quantidade de dados coletados e armazenados digitalmente é vasta e está se expandindo rapidamente. Como resultado, a ciência do gerenciamento e análise de dados também está avançando para permitir que as organizações convertam esse vasto recurso em informações e conhecimentos que as ajudem a atingir seus objetivos. Os cientistas da computação inventaram o termo Big Data para descrever essa tecnologia em evolução. O Big Data tem sido usado com sucesso em astronomia (por exemplo, o Sloan Digital Sky Survey de informações telescópicas), vendas no varejo (por exemplo, número expansivo de transações do Walmart), mecanismos de pesquisa (por exemplo, personalização do Google de pesquisas individuais com base em dados anteriores da web), e política (por exemplo, o foco de uma campanha de anúncios políticos em pessoas com maior probabilidade de apoiar seu candidato com base em pesquisas na web (MURDOCH, 2013).

A revisão PATERNÒ (2016) resumiu os desafios enfrentados pela análise de Big Data e as oportunidades que o Big Data abre na área da saúde. O resultados mostram que os principais desafios foram questões de estrutura de dados, segurança, padronização de dados, armazenamento e transferências e habilidades gerenciais, como governança de dados. As principais oportunidades reveladas foram melhoria da qualidade, gestão populacional e saúde,





detecção precoce de doenças, qualidade, estrutura e acessibilidade dos dados, melhoria na tomada de decisões e redução de custos. A análise de big data tem potencial para impacto positivo e implicações globais; no entanto, deve superar alguns obstáculos legítimos.

## **BIOIMPRESSORA E ENGENHARIA MÉDICA**

Engenharia de tecidos, ramo da Engenharia Biomédica, é a ciência aplicada que utiliza conhecimentos de biologia, química e física para desenvolver tecidos artificiais. Pode ser aplicada à produção de pele artificial, cartilagens e tecidos ósseos. Os tecidos podem ser produzidos fazendo crescer células sobre um substrato biodegradável. O termo engenharia de tecidos surgiu em 1987, apesar de fazerem uso da técnica de clonagem, o ramo se diferencia por focar somente na reprodução de partes dos seres vivos (BASU, 2010)

Lesões ou danos a tecidos e órgãos são um grande problema de saúde, resultando em cerca de metade das despesas anuais com saúde no mundo. Os avanços nas áreas de processamento de células-tronco (CTs) e de biomateriais deram um grande salto para os pesquisadores manipularem a dinâmica entre esses dois e obterem um substituto de pele capaz de cicatrizar completamente as áreas feridas. Embora a cicatrização de feridas necessite de uma interação coordenada entre células, proteínas extracelulares e fatores de crescimento, os atores mais importantes nesse processo são as CT endógenas, que ativam a cascata de reparo recrutando células de diferentes locais. As proteínas da matriz extracelular (ECM) são ativadas por essas SCs, que por sua vez auxiliam nas migrações celulares e, finalmente, na secreção de fatores de crescimento que podem selar e cicatrizar as feridas. A interação entre proteínas ECM e SCs ajuda a pele a sustentar os rigores da atividade cotidiana e, na tentativa de atingir esse nível de funcionalidade em construções tridimensionais (3D) artificiais, os biomateriais de engenharia de tecidos são fabricados usando técnicas mais avançadas, como bioimpressão e impressão assistida por laser dos órgãos. Esta revisão fornece um resumo conciso dos avanços mais recentes que foram feitos na área de biofabricação de polímeros usando bioimpressão 3D usada para encapsular células-tronco para regeneração da pele. O foco desta revisão é descrever, em detalhes, o papel da arquitetura 3D e o arranjo das células dentro desse sistema que podem cicatrizar feridas e auxiliar na regeneração da pele. e em uma tentativa de atingir esse nível de funcionalidade em construções tridimensionais (3D) artificiais, os biomateriais de engenharia de tecidos são fabricados usando técnicas mais avançadas, como bioimpressão e impressão assistida a laser dos órgãos. Esta revisão fornece um resumo conciso dos avanços mais recentes que foram feitos na área de biofabricação de polímeros usando bioimpressão 3D usada para encapsular células-tronco para regeneração da pele. Existem estudos (HAKIMI, 2018; SINGH

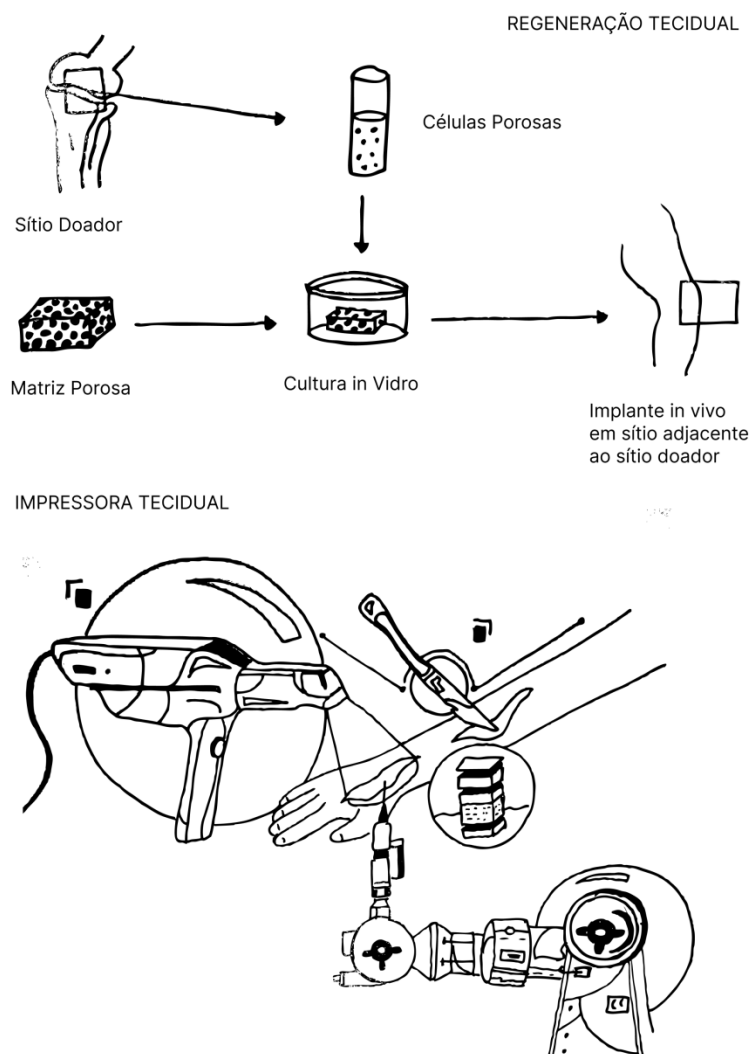


et al 2016; KOCH, 2010) sobre o papel da arquitetura 3D e o arranjo das células dentro desse sistema que podem cicatrizar feridas e auxiliar na regeneração da pele. e em uma tentativa de atingir esse nível de funcionalidade em construções tridimensionais (3D) artificiais, os biomateriais de engenharia de tecidos são fabricados usando técnicas mais avançadas, como bioimpressão e impressão assistida a laser dos órgãos.(HAKIMI, 2018).

A bioimpressão oferece uma plataforma de fabricação altamente automatizada e avançada que facilita a deposição de biotintas (células vivas, biomateriais e fatores de crescimento) de maneira escalável e reprodutível, um processo que falta nas abordagens convencionais de engenharia de tecidos. Melhorias significativas no campo da bioimpressão ocorreram nas últimas duas décadas. Esta revisão fornece uma análise aprofundada das recentes melhorias nas técnicas de bioimpressão, progresso no desenvolvimento de biotinta, implementação de novas estratégias de bioimpressão e maturação de tecidos. Atenção especial é dada ao papel da ciência dos polímeros e como ela complementa a bioimpressão 3D para superar alguns dos principais obstáculos no campo da impressão de órgãos. Uma visão geral concisa da anatomia e fisiologia de diferentes tecidos/órgãos é fornecida, seguida de importantes considerações de projeto para facilitar melhor a fabricação de tecidos/órgãos biomiméticos para engenharia de tecidos e medicina regenerativa (TERM). Por último, é apresentada uma visão realista do estado atual da bioimpressão de órgãos, incluindo realizações recentes em construções de engenharia de tecidos de bioimpressão, as limitações e desafios, bem como oportunidades para pesquisas futuras. Com os avanços nas ciências dos polímeros, será uma realidade iminente a bioimpressão sob demanda de tecidos/órgãos específicos do paciente. (NG et al, 2019; ZIELIŃSKI, 2023).



IMAGEM 9 - Impressora 3D.



Fonte: autores, ilustrado por Bruna Fernanda Ramires.

## CONCLUSÃO

Concluiu-se que há muitos avanços entre a hibridização das áreas médicas e tecnológicas e que esses temas devem ser mais discutidos em outros trabalhos, desde outros pontos de vistas, a saber, o bioético, humanístico, sociológico, mercadológico que favoreçam a saúde coletiva. A IA para uso pessoal permanecerá conosco, pois a genética continuará a fornecer serviços pessoais. Portanto, é importante considerar como a IA também servirá para o desenvolvimento de nossos sistemas de saúde.

## REFERÊNCIAS:

ANDRADE, Tiago Negrão, MORAES, Osvando José. **Hermenêutica da infodemiologia utilizando Google Trends para compreensão do cenário da pandemia do Covid-19 no Brasil**, 2022. XVI Congresso ALAIC 2022.



ANDREU-PEREZ, Javier et al. **Big data para a saúde**. Revista IEEE de informática biomédica e de saúde, v. 19, n. 4, pág. 1193-1208, 2015.

BASU, Bikramjit; KATTI, Dharendra S.; KUMAR, Ashok. **Advanced biomaterials: fundamentals, processing, and applications**. John Wiley & Sons, 2010.

BEASLEY, Ryan A. **Medical robots: current systems and research directions**. Journal of Robotics, v. 2012, 2012.

BHASKAR, Hithaishi C. **Can Med Tourism Industry hit Goldmine with Robot-assisted Surgery?**. Biospectrum Asian Edition, 2023. <Disponível em: <https://www.biospectrumasia.com/analysis/27/22059/can-med-tourism-industry-hit-goldmine-with-robot-assisted-surgery.html>> Acesso: 28 março 2023

DAVIES, B. L. et al. **The development of a surgeon robot for prostatectomies**. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine, v. 205, n. 1, p. 35-38, 1991.

DÍAZ-PILONETA, Marina et al. **Monitoring the Implementation of Exponential Organizations through the Assessment of Their Project Portfolio: Case Study. Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 464, 2021.

DIXIT, Uday Shanker et al. History of mechatronics. **A brief history of mechanical engineering**, p. 147-164, 2017.

FEI, Baowei et al. **The safety issues of medical robotics**. Reliability Engineering & System Safety, v. 73, n. 2, p. 183-192, 2001.

GABRIEL, Martha. **Marketing na era digital: conceitos, plataformas e estratégias**. Novatec Editora, 2010.

HARASHIMA, Fumio; TOMIZUKA, Masayoshi; FUKUDA, Toshio. **Mechatronics-" what is it, why, and how?" an editorial**. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, v. 1, n. 1, p. 1-4, 1996.

HASSON, Uri; NASTASE, Samuel A.; GOLDSTEIN, Ariel. **Direct fit to nature: An evolutionary perspective on biological and artificial neural networks**. Neuron, v. 105, n. 3, p. 416-434, 2020.

HERLAND, Mateus; KHOSHGOFTAAR, Taghi M.; WALD, Randal. **A review of data mining using big data in health informatics**. Journal of Big data, v. 1, n. 1, pág. 1-35, 2014.

IBM, **What are neural networks?**, 2023. IBM Website <Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/neural-networks>>

INTUITIVE, Intuitive Surgical, Inc., 2023. (Disponível em: <https://www.intuitive.com/en-gb/products-and-services/da-vinci/systems>) Acesso: 28 março 2023

KARIMI, Aliasghar; HADDADPAJOUH, Hamed. **Artificial intelligence, important assistant of scientists and physicians**. Galen Medical Journal, v. 9, p. e2048-e2048, 2020.



KNOPPERS, Bartha Maria; THOROGOOD, Adrian Mark. **Ethics and big data in health. Current opinion in systems biology**, v. 4, p. 53-57, 2017.

KRENKER, Andrej; BEŠTER, Janez; KOS, Andrej. **Introduction to the artificial neural networks**. Artificial Neural Networks: Methodological Advances and Biomedical Applications. InTech, p. 1-18, 2011.

KROGH, Anders. **What are artificial neural networks?**. Nature biotechnology, v. 26, n. 2, p. 195-197, 2008.

KRUSE, Clemens Scott e cols. **Big data challenges and opportunities in healthcare: a systematic review**. Informática médica JMIR, v. 4, n. 4, pág. e5359, 2016.

LATIF, Siddique et al. **How 5G wireless (and concomitant technologies) will revolutionize healthcare?**. Future Internet, v. 9, n. 4, p. 93, 2017.

LEONG, Claire et al. **Assessing transition-based test selection algorithms at google**. In: 2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice (ICSE-SEIP). IEEE, 2019. p. 101-110.

MCGILLIVRAY, Barbara et al. **The challenges and prospects of the intersection of humanities and data science: A White Paper from The Alan Turing Institute**. 2020.

MORRELL, ANDRE LUIZ GIOIA et al. **Evolução e história da cirurgia robótica: da ilusão à realidade**. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, v. 48, 2021.

MURDOCH, Travis B.; DETSKY, Allan S. **The inevitable application of big data to healthcare**. Jama, v. 309, n. 13, pág. 1351-1352, 2013.

NG, Wei Long; CHUA, Chee Kai; SHEN, Yu-Fang. **Print me an organ! Why we are not there yet**. Progress in Polymer Science, v. 97, p. 101145, 2019.

POWLES, Julia; HODSON, Hal. **Google DeepMind and healthcare in an age of algorithms**. Health and technology, v. 7, n. 4, p. 351-367, 2017.

RAMESH, A. N. et al. **Artificial intelligence in medicine**. Annals of the Royal College of Surgeons of England, v. 86, n. 5, p. 334, 2004.

ROSEN, Jacob; HANNAFORD, Blake; SATAVA, Richard M. (Ed.). **Surgical robotics: systems applications and visions**. Springer Science & Business Media, 2011.

SHAHID, Nida; RAPPON, Tim; BERTA, Whitney. **Applications of artificial neural networks in health care organizational decision-making: A scoping review**. PloS one, v. 14, n. 2, p. e0212356, 2019.

STIM, François. **Comprender Aristóteles**. Editora Vozes, 2021.

TAFNER, Malcon Anderson. **Redes Neurais Artificiais, Aprendizado e Plasticidade**, 1998. Revista "Cérebro & Mente" 2(5). Disponível em <[https://cerebromente.org.br/n05/tecnologia/rna\\_i.htm#auto](https://cerebromente.org.br/n05/tecnologia/rna_i.htm#auto)> Acesso 29 de março de 2023)



TAYLOR, Russell H. et al. **Medical robotics and computer-integrated surgery**. Springer handbook of robotics, p. 1657-1684, 2016

WAN, Shaohua; GU, Zonghua; NI, Qiang. **Cognitive computing and wireless communications at the edge for healthcare robots**. Computer Communications, v. 149, p. 99-106, 2020.

YEGNANARAYANA, Bayya. **Artificial neural networks**. PHI Learning Pvt. Ltd., 2009.

ZIELIŃSKI, Piotr Stanisław et al. **3D printing of bio-instructive materials: Toward directing the cell**. Bioactive Materials, v. 19, p. 292-327, 2023.

ZOU, Jinming; HAN, Yi; SO, Sung-Sau. **Overview of artificial neural networks. Artificial neural networks: methods and applications**, p. 14-22, 2009.