

# Saúde Digital em Cardiologia: Conceitos e as Ferramentas Interdisciplinares

## *Digital Health in Cardiology: Concepts and Interdisciplinary Tools*

Alessandra Nascimento Soares Marques<sup>1</sup>, Suellen Cristina Roussenq<sup>1,2</sup>, Bianca Martins<sup>2</sup>, Mirella Dias<sup>1,2</sup>,  
Magnus Benetti<sup>1</sup>

1. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, SC - Brasil
2. Centro de Pesquisas Oncológicas (CEPON), Florianópolis, SC - Brasil

### Correspondência:

Suellen Cristina Roussenq  
R. Pascoal Simone, 358 - Coqueiros.  
CEP 88080-350, Florianópolis, SC -  
Brasil  
[suca\\_sc@hotmail.com](mailto:suca_sc@hotmail.com)

Recebido em 31/05/2020

Aceito em 11/06/2020

**DOI:** <https://doi.org/10.29327/22487.26.3-8>

## Resumo

**Introdução:** No cenário de pandemia atual a COVID-19 tem causado doença mais grave no grupo de pacientes com doenças cardiovasculares.

**Objetivo:** Realizar uma revisão de literatura sobre o tema das tecnologias digitais em cardiologia, com foco na definição do conceito normativo de saúde digital e nas ferramentas e aplicativos utilizados na área da cardiologia pelos médicos e demais profissionais da saúde.

**Metodologia:** Foi realizada uma busca nas plataformas *PubMed* e *Google Acadêmico*, nos meses de abril e maio.

**Resultados e discussão:** A pandemia da COVID-19 resultará em impactos significativos e ainda não completamente dimensionados sobre a sociedade, mas evidenciou de forma global a importância da transformação digital como instrumento de operação de tomada de decisão. Em especial para o aspecto cardiológico, trouxe à tona o arcabouço de recursos tecnológicos que envolvem a medicina personalizada na saúde digital e viabiliza com a inteligência artificial (IA) a possibilidade de diagnósticos e prognósticos mais precisos e tratamentos personalizados.

**Conclusão:** Na COVID-19, foi reforçada a importância das tecnologias digitais em cardiologia como ferramenta tecnológica de gestão de dados complexos e personalizados em saúde.

**Palavras-chave:** Cardiologia; Infecções por Coronavírus; Inteligência Artificial; Tecnologia e Sociedade.

## Abstract

**Introduction:** In the current pandemic scenario, COVID-19 has caused more severe disease in the group of patients with cardiovascular diseases.

**Objective:** Perform a literature review on the topic of digital technologies in cardiology, focusing on the definition of the normative concept of digital health and the tools and applications used in the field of cardiology by doctors and other health professionals.

**Methodology:** A search was performed on the *PubMed* and *Google Scholar* platforms. The search was conducted in April and May.

**Results and discussion:** The COVID-19 pandemic will result in significant and not yet fully impacted impacts on society, but it has globally highlighted the importance of digital transformation as a decision-making operation instrument. In particular, for the cardiology aspect, the framework of technological resources

*that involve personalized medicine in digital health brought to the fore with artificial intelligence (AI) the possibility of more accurate diagnoses and prognoses and personalized treatments.*

**Conclusion:** *At COVID-19, the importance of digital technologies in cardiology was reinforced as a technological tool for managing complex and personalized data in health.*

**Keywords:** *Cardiology; Coronavirus Infections; Artificial Intelligence; Technology and Society.*

## Introdução

Nas últimas décadas, e principalmente a partir da repercussão mundial sobre o novo coronavírus, nomeado como *Severe Acute Respiratory Syndrome - Related Coronavirus* (SARS-COV-2), que iniciou no final do ano de 2019 e resultou na pandemia do novo coronavírus (COVID-19), tem sido vivenciada uma mudança de paradigma principalmente nos debates sobre o futuro dos sistemas de saúde. Situação que exige a discussão da transformação digital e está impactando a área da saúde. São cada vez mais comuns os aplicativos, *softwares*, *hardwares* e a inteligência artificial (IA) incorporados à área da saúde para facilitar o dia a dia dos profissionais da saúde, bem como o de seus pacientes.

Para a Sociedade Europeia de Cardiologia, a COVID-19 gera uma pneumonia viral mas também várias complicações no sistema cardiovascular, como miocardite, podendo desempenhar um papel nocivo nos pacientes com insuficiência cardíaca.<sup>1</sup>

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), dentre as principais causas de morte no Brasil, as cardiopatias estão em segundo lugar no *ranking*.<sup>2</sup> Entretanto, quando se trata especificamente das doenças crônicas não transmissíveis ocorre um salto para o primeiro lugar no *ranking*. Por isso são consideradas um grave problema de saúde pública.<sup>3</sup>

Ainda, segundo boletim epidemiológico do Ministério da Saúde, de 15 de maio de 2020, pacientes com doença cardiovascular são vulneráveis às infecções respiratórias e estão entre os indivíduos com maior risco para desenvolver as complicações da COVID-19. Consequentemente, esta acaba sendo a comorbidade mais frequente nos pacientes que morrem por COVID-19.

Os autores Silva Costa et al. também alertam que durante a pandemia da COVID-19, os pacientes com fatores de risco cardiovasculares (idade avançada, hipertensão e diabetes) e/ou doença cardiovascular (doença arterial coronária, cardiomiopatias e doença cerebrovascular) estão mais suscetíveis a desenvolver a forma grave da doença e outras complicações cardiovasculares, sendo classificados como grupo de risco.<sup>4</sup>

Outro ponto importante discutido pelos autores nos estudos é o manejo desses pacientes com fator de risco e/ou doença cardiovascular. Silva Costa et al. ressaltam que o cuidado adequado do paciente com COVID-19 exige atenção ao sistema cardiovascular devido às possíveis múltiplas complicações, desde lesão direta pelo vírus até complicações secundárias à resposta inflamatória e trombótica desencadeada pela infecção.<sup>4</sup>

Em relação ao cenário de inovações tecnológicas, com o agravante da demanda das ferramentas e aplicativos de inteligência artificial (IA) após a pandemia da COVID-19, o nosso principal objetivo é debater acerca da saúde digital, da tecnologia de informação e comunicação (TIC) e a importância desse arcabouço tecnológico para o setor da saúde e para a sociedade digital. O presente trabalho faz uma revisão de literatura sobre o tema das tecnologias digitais em cardiologia, com foco na definição do conceito normativo de saúde digital e nas ferramentas e aplicativos utilizados na área da cardiologia pelos médicos e demais profissionais da saúde.

## Metodologia

Trata-se de uma revisão de literatura integrativa onde foram analisados estudos sobre a saúde digital relacionados à cardiologia e à COVID-19.

Para este estudo foram selecionadas pesquisas nos idiomas português, inglês e espanhol, indexados nos bancos de dados *PubMed* e *Google Acadêmico*. A pesquisa para o estudo foi realizado no período de abril e maio de 2020.

Como a quantidade de estudos na literatura relacionados a esse tema ainda é escassa, não foi estipulado período, sendo assim, selecionadas todas as pesquisas encontradas. Os descritores utilizados na pesquisa foram: cardiologia (*cardiology*), infecções por coronavírus (*coronavirus infections*), inteligência artificial (*artificial intelligence*), telemedicina (*telemedicine*), saúde digital (*digital health*) e tecnologia e sociedade (*technology and society*).

Utilizou-se como critério de inclusão pesquisas observacionais e experimentais que abrangessem saúde digital, COVID-19 e cardiologia. E como critérios de exclusão artigos sobre cardiologia que não abordassem saúde digital ou artigos de COVID-19 que não abordassem cardiologia e/ou saúde digital.

## Resultados e Discussão

Os avanços tecnológicos no novo paradigma da “sociedade da informação”, envolvem a criação e o desenvolvimento de diversos processos de inovação do conhecimento. Esses processos de inovação digital são possibilitados pelas TICs que vem contribuindo para a ampliação do saber científico nas últimas décadas do século XX.<sup>5</sup>

Burch alerta que é fundamental refutar e até mesmo deslegitimar qualquer termo ou definição que reforce uma concepção etnocêntrica da sociedade. Mas esclarece que as políticas públicas para o desenvolvimento da “sociedade da informação” devem ser centralizadas nos seres humanos, conforme suas necessidades e dentro de um contexto de direitos humanos e justiça social. É incluído, para desdobramento da discussão, o termo “sociedades do conhecimento” e sua variante “sociedades do saber”.<sup>6</sup>

Todavia, tal estudo também pontua que o termo “sociedade da informação” é apresentado como sendo a pedra angular das “sociedades do conhecimento”. Ou seja, o conceito de “sociedade da informação” está relacionado à ideia que envolve as inovações tecnológicas, enquanto o conceito de “sociedades

do conhecimento” é voltada a uma perspectiva mais pluralista na dimensão do desenvolvimento e transformação social, cultural, econômica, política e institucional.

Diante disso, o objetivo não é uma busca epistemológica para definição em relação às profundas transformações que ocorreram na sociedade nas últimas décadas paralelamente com a introdução acelerada da IA. Essa temática de modelagem matemática e computacional tem sido reconhecida como particularmente adequada ao desenvolvimento de pesquisas de caráter interdisciplinar. Por isso, a IA é destacada como uma das ferramentas computacionais frequentemente mencionada em estudos clínicos e também encarada com grande entusiasmo por parte da comunidade científica.<sup>7</sup>

Essa discussão dos conceitos sobre a sociedade digital teve o objetivo de fundamentar as seguintes premissas: a vida cotidiana na atualidade exige cada vez mais o desenvolvimento da capacidade de lidar com uma enorme quantidade de informação e conhecimento sobre o mundo e também o arcabouço de dados em saúde cresce exponencialmente de forma globalizada.

A partir disso, é possível discutir o conceito de saúde digital também conhecido como E-Saúde ou Saúde 4.0. Nos últimos anos, o uso da tecnologia digital vem ganhando espaço nos debates sobre o futuro dos sistemas de saúde, definida por Kostkova et al. como o uso da ferramenta internet envolvendo as diversas tecnologias da comunicação para melhorar a saúde humana, os serviços de atenção à saúde e o bem-estar de indivíduos e populações.<sup>8</sup>

Ademais, para Ribeiro-Rotta et al. a conceituação da saúde digital é caracterizada pela atividade que utiliza diversos e crescentes recursos de TIC com interoperabilidade para atenção à saúde de forma precisa, rápida e segura. Esses três fatores são imprescindíveis no atendimento humanizado e os elementos tecnológicos oferecem as ferramentas que possibilitam um diferencial na prática das ciências cardiovasculares.<sup>9</sup>

Souza Filho et al. destacam que os elementos tecnológicos das ferramentas em saúde digital envolvendo desde de aplicativos, *softwares*, *hardwares* até os métodos profundos de “aprendizado de máquina” mais conhecido como *machine learning*

(ML), possibilitam que o uso da IA faça com que os *softwares* aprendam com seus erros e possam agir de forma inteligente. Para os autores, esses recursos com aprendizado automático estão presentes na área da cardiologia e são realidade desde o atendimento em centrais de suporte ao paciente, até a interação com médicos e demais profissionais da área, durante processos de triagem, consulta ambulatorial e os cuidados no âmbito hospitalar.<sup>10</sup>

Por isso, para ampliar o entendimento dessa mudança de paradigma da sociedade digital é importante também incluir o conceito de saúde 4.0, que evoca esse arcabouço de recursos com inovações tecnológicas. Como já mencionado, o termo também é utilizado como sinônimo do termo saúde digital, mas destaca, principalmente, a importância da integração das TICs com a manufatura e o complexo e diversificado setor de serviços no contexto da saúde.<sup>11</sup>

Destarte, outro conceito fundamental é o da TIC (termo definido pelos autores como um conjunto de recursos tecnológicos que são utilizados de forma integrada, com os mais variados e diversificados objetivos). A OMS define que qualquer tecnologia para comunicação pode ser definida como TIC, utilizada nas diferentes áreas do conhecimento, e denomina o uso das TICs para a saúde como E-Saúde.<sup>2</sup>

Assim, para concluir essa discussão conceitual, existem vários termos para caracterizar a saúde digital, dentre eles o E-Saúde e saúde 4.0. Apesar de algumas literaturas os considerarem sinônimos, o termo saúde digital é mais abrangente e, devido à legislação vigente, foi adotado para discussão das ferramentas tecnológicas.<sup>9</sup>

No Brasil, essa discussão conceitual está fundamentada normativamente. A Resolução nº 19, aprovada em 22 de junho de 2017 pela Comissão Intergestores Tripartite (CIT) instituiu no âmbito do Ministério da Saúde (MS) uma estratégia para a incorporação da saúde digital no Sistema Único de Saúde (SUS), nomeado de *digi-SUS*. A pandemia da COVID-19, acelerou o prazo estabelecido até o final do ano de 2020 para a incorporação da saúde digital como “dimensão fundamental” do SUS.<sup>11</sup>

Segundo os autores Silva et al., os motivos para a área da cardiologia precisar da IA envolvem os fatores: tempo, custo e precisão. São eles: (i) o desenvolvimento

de algoritmos que não exigem muitas suposições em relação aos dados subjacentes, ou seja, utilização de métodos não paramétricos; (ii) a natureza dos modelos matemático-computacionais, que permitem um alto nível de evidência devido ao seu alto desempenho que representa uma mudança significativa de paradigma na medicina baseada em evidências (MBE); (iii) a capacidade de superação em relação aos ensaios clínicos tradicionais que são geralmente lentos, caros, demorados e limitados em tamanho de dados; (iv) a capacidade dos banco de dados serem alimentados com melhoria no desempenho dos algoritmos permitindo que os estudos tenham um caráter contínuo ao longo do tempo.<sup>5</sup>

Além disso, os autores Souza Filho et al. apresentam alguns conceitos básicos envolvendo a IA ao definirem o conceito de computação cognitiva como um conjunto de sistemas de autoaprendizagem destinados a imitar o processo de pensamento humano com base no uso de ferramentas de ML, reconhecimento de padrões e processamento natural de linguagem.<sup>10</sup>

Para aprofundar a discussão conceitual, o termo IA é frequentemente utilizado de forma intercambiável com o termo ML. Entretanto, segundo os autores Souza Filho et al., ML é um subconjunto de algoritmos de IA relacionados à capacidade de aprender a partir de uma grande quantidade de dados.<sup>10</sup> Por isso, o termo IA é mais amplo e engloba a execução de tarefas que normalmente estão relacionadas à inteligência humana. Os exemplos apresentados são: reconhecimento de padrões, resolução de problemas, compreensão de linguagem ou reconhecimento de objetos e sons.

Com base nos autores Souza Filho et al., apresentamos a seguir alguns entre os diversos modelos de ML e suas aplicações em cardiologia, conforme a Tabela 1.<sup>10</sup>

Assim, esse arcabouço de recursos tecnológicos que envolvem a medicina personalizada na saúde digital oferece, com a IA, a possibilidade de diagnósticos e prognósticos mais precisos e tratamentos personalizados, podendo resultar, sem nenhuma dúvida, em uma ferramenta tecnológica poderosa de gestão de dados complexos e personalizados em saúde.

## Considerações finais

A Saúde Digital centrada no paciente, utilizando-se do seu arcabouço tecnológico, com análise das

**Tabela 1.** Modelos de ML em Cardiologia.

Ferramenta	Descrição	Resultado	Pesquisadores
<b>Máquinas de Vetores de Suporte ou Support Vector Machine (SVM)</b>	Utilizado para prever com sucesso a deterioração da função ventricular em pacientes submetidos a reparo da tetralogia de Fallot a partir de um banco de dados de 153 pacientes com dados clínicos, eletrocardiográficos e de ressonância magnética cardíaca.	Ferramenta possibilitou modelos preditivos sendo utilizados para o planejamento de intervenções precoces em pacientes com alto risco.	Samad MD, Wehner GJ, Arbabshirani MR, Jing L, Powell AJ, Geva T, et al., (2018); apud Souza Filho, et al., p. 3 (2019).
<b>Algoritmos genéticos ou Genetic algorithms (GA)</b>	Utilizado um dispositivo <i>wearable</i> (computação “vestível”) que foi desenvolvido para detectar arritmias a partir do registro de informações de um eletrocardiograma de derivação única. Os dados foram analisados a partir de uma combinação do SVM, árvore de decisão e regras baseadas em limiares. Algoritmos genéticos foram usados para selecionar as características mais adequadas a serem utilizadas no trabalho.	Ferramenta possui sistemas robustos e confiáveis de monitoramento cardíaco, a fim de melhorar o diagnóstico, reduzir a pontuação do especialista em eletrocardiograma, e, conseqüentemente, garantir um tratamento rápido e eficaz.	Smisek, R., et al, (2018); apud Souza Filho, et al., p. 3 (2019).
<b>Classificador “Naive Bayes” (NB)</b>	Utilizado para fusão de NB e algoritmo genético (família de modelos computacionais inspirados na evolução) para prever o risco de ocorrência de eventos cardiovasculares (por exemplo, hospitalização ou morte), com base em dados de 559 pacientes com síndrome coronariana aguda - infarto do miocárdio sem supradesnivelamento do segmento ST (SCA-IAMSST).	Ferramenta realiza interpretabilidade clínica, capacidade de incorporar novos fatores de risco, maior capacidade de lidar com fatores de risco ausentes e evitar a seleção de uma ferramenta padrão de avaliação de risco na prática clínica.	Paredes S., et al., (2015); apud Souza Filho, et al., p. 3 (2019).
<b>Método dos vizinhos mais próximos ou K-nearest neighbors (KNN)</b>	Compara a previsão de mortalidade por todas as causas em 10 anos entre o modelo de regressão logística clássico e o KNN, considerando um banco de dados de 34.212 pacientes com informações clínicas e informações obtidas após o teste de esforço em esteira utilizando o protocolo padrão de Bruce.	A ferramenta utiliza ML para prever a mortalidade por todas as causas usando dados de aptidão cardiorrespiratória.	Al-Mallah, M.H., et al, (2017); apud Souza Filho, et al., p. 3 (2019).

Fonte: Souza Filho, et al., p 3 (2019).<sup>10</sup>

ferramentas baseadas em IA irá transformar o cuidado em saúde. A pandemia da COVID-19 resultará em impactos significativos e ainda não completamente dimensionados sobre a sociedade, mas evidenciou de forma global a importância da transformação digital como instrumento de operação de tomada de decisão.

Atualmente, devido à pandemia da COVID-19, o dia a dia dos profissionais da área da saúde exige a utilização de grande parte desse arcabouço tecnológico, que vai desde ferramentas de modelagem epidemiológica, testes para o vírus, pesquisas sobre a vacina e tratamento e equipamentos médicos para o tratamento

até as ferramentas e dispositivos para possibilitar os acompanhamentos realizados principalmente de forma não presencial.

### Potencial Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver potenciais conflitos de interesse.

### Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### Referências:

1. European Society of Cardiology [homepage na internet]. Diretrizes da Sociedade Europeia de Cardiologia para o Manejo da COVID-19, 2020 [acesso em 15 de maio de 2020]. Disponível em: <https://solaci.org/pt/2020/04/27/diretrizes-da-sociedade-europeia-de-cardiologia-para-o-manejo-da-covid-19/>.
2. World Health Organization - WHO [homepage na internet]. Building Foundations for ehealth: Progress of Member States: Report of the WHO Global Observatory For ehealth. Geneva, 2006 [acesso em 15 de maio de 2020]. Disponível em: [https://www.who.int/goe/publications/build\\_foundations/en/](https://www.who.int/goe/publications/build_foundations/en/).
3. Ministério da Saúde. Secretaria-Executiva. Departamento de Monitoramento e Avaliação do SUS. Política Nacional de Informação e Informática em Saúde. Brasília, 2016: p. 9 [acesso em 16 de maio de 2020]. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_nacional\\_infor\\_informatica\\_saude\\_2016.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_infor_informatica_saude_2016.pdf).
4. Silva Costa IBS, Bittar CS, Rizk SI, Araújo Filho AE, Santos KAQ, Machado TIVM et al. O Coração e a COVID-19: O que o Cardiologista Precisa Saber. *Arq Bras Cardiol.* 2020; 114 (5): 805-16. <https://doi.org/10.36660/abc.20200279>.
5. Silva AKA, Correia AEGC, Lima IF. Knowledge and Technology in an Information Society. *Rev Interam Bibliot.* 2010; 33 (1): 213-39. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/rib/v33n1/v33n1a09.pdf>.
6. Burch S. Sociedade da Informação/ Sociedade do Conhecimento. In: Ambrosi A, Peugeot V, Pimienta D, editores. *Desafios de Palavras: Enfoques Multiculturais sobre as Sociedades da Informação*. Paris: C & F Éditions; 2005 [acesso em 27 de maio de 2020]. Disponível em: <https://dcc.ufrj.br/~jonathan/compsoc/Sally%20Burch.pdf>.
7. Mesquita CT. Artificial Intelligence and Machine Learning in Cardiology - A Change of Paradigm. *Int J Cardiovasc Sci* [online]. 2017; 30 (3): 187-8. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2359-56472017000300187&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2359-56472017000300187&script=sci_arttext&tlng=pt).
8. Kostkova P. Grand Challenges in Digital Health. *Front Public Health*, 05 May 2015 [acesso em 12 de maio de 2020]. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2015.00134>.
9. Ribeiro-Rotta RF, Braga RD, Santos SLV (orgs.), 2020. *Curso Saúde Digital*. Universidade Federal de Goiás. Comissão de Governança de Informação em Saúde.
10. Souza Filho EM, Fernandes FA, Soares CLA, Seixas FL, Santos AASMD, Gismondi RA et al. Inteligência Artificial em Cardiologia: Conceitos, Ferramentas e Desafios - "Quem Corre é o Cavalo, Você Precisa ser o Jockey". *Arq Bras Cardiol.* 2019; [online]. Ahead print, PP 0-0. <https://doi.org/10.36660/abc.20180431>.
11. Marrone PV, coordenador. *Saúde 4.0: Propostas para Impulsionar o Ciclo das Inovações em Dispositivos Médicos (DMAs) no Brasil*. São Paulo: Abiis, 2015 [acesso em 12 de maio de 2020]. Disponível em: <https://ses.sp.bvs.br/wp-content/uploads/2016/10/Livro-saude-4.0.pdf>.