

## **Transformação Digital na Gestão Hospitalar: revisão sistemática da literatura**

**LUCIANO DE OLIVEIRA MARTINEZ**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)

**DANIEL VIANA ABS DA CRUZ**  
USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

## Transformação Digital na Gestão Hospitalar: revisão sistemática da literatura

### Introdução

O avanço das tecnologias digitais de informação e comunicação vem promovendo, nos últimos anos, mudanças significativas na forma como serviços de saúde são geridos, consumidos e ofertados à população. Inovações recentes nesse campo oferecem oportunidades com potencial para aprimorar a eficiência e a qualidade dos cuidados em saúde, bem como melhorar as condições de acesso a esses serviços (Stoumpos; Kitsios; Talias, 2023). Sistemas de informação em saúde, prontuários eletrônicos e telemedicina são exemplos de aplicações que têm auxiliado gestores e profissionais da área, desde processos administrativos até a assistência e cuidados clínicos, possibilitadas pelo avanço na infraestrutura de tecnologia a informação (TI) nas organizações de saúde (Johnson et al., 2023; Marin, 2010; Marques; Ferreira, 2020). Recentemente, tecnologias emergentes como big data, inteligência artificial (IA) e internet das coisas vêm oferecendo novas possibilidades para promover a utilização das tecnologias digitais na área da saúde, especialmente através de técnicas de coleta, armazenamento e processamento de grandes quantidades de dados (Davenport; Kalakota, 2019; Jiang et al., 2017; Mehta; Pandit; Shukla, 2019).

Essa gama de aplicações se insere no contexto do que tem se chamado de Saúde Digital, ou *Digital Health* (Iyawa; Herselman; Botha, 2016). O termo engloba e atualiza uma série de iniciativas relacionadas à aplicação das tecnologias digitais na saúde, frequentemente relatadas em documentos oficiais de organizações nacionais e internacionais da área (Brasil, 2020; WHO, 2021). A pandemia de COVID-19 trouxe à tona a importância das tecnologias digitais como componente crucial no enfrentamento da crise, acelerando o desenvolvimento de novas soluções para lidar com os desafios de saúde da população (He; Zhang; Li, 2021). Com a necessidade do distanciamento social, limitação de atendimentos presenciais e alta demanda dos serviços de saúde, diversas atividades tiveram que ser reorganizadas, fortalecendo iniciativas para auxiliar no diagnóstico, triagem e monitoramento de pacientes, além de fornecer insights para profissionais de saúde e tomadores de decisão por meio da análise de grandes conjuntos de dados clínicos e epidemiológicos (Wang; Ng; Brook, 2020; Liang et al., 2023).

Embora a implementação de novas tecnologias na saúde ofereça diversos benefícios, também apresenta desafios para os profissionais, organizações e sistemas de saúde, envolvendo questões como interoperabilidade de sistemas, ética e transparência, privacidade e segurança de dados, entre outros desafios que permeiam a utilização de dados sensíveis (Amann et al, 2020; Kaplan, 2020; Kolasa; Kozinski, 2020). A fim de acompanhar as inovações tecnológicas e garantir o uso adequado dessas ferramentas, técnicas e sistemas, tornam-se necessários esforços contínuos de adaptação e treinamento dentro das organizações, contribuindo para uma maior confiabilidade entre trabalhadores e usuários dos serviços de saúde (Kraus et al., 2021). Essas questões evidenciam a necessidade de estudos sobre os processos de implementação de novas tecnologias em organizações da saúde.

Neste estudo, foi realizada uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de investigar como a transformação digital tem sido abordada no contexto da gestão hospitalar. O foco no contexto hospitalar se deu pelo papel fundamental que os hospitais ocupam na rede de cuidados em saúde, sendo organizações estratégicas para o desenvolvimento e implementação de novas tecnologias, em muitos casos integrados com atividades de ensino e pesquisa. Hospitais geralmente oferecem uma ampla gama de especialidades médicas, exames diagnósticos de alta complexidade e tratamentos especializados, promovendo o uso de tecnologias avançadas.

Partindo deste objetivo, buscou-se identificar a literatura existente sobre as principais aplicações de tecnologias digitais nos processos de gestão hospitalar, a disponibilidade e apropriação dessas tecnologias em organizações hospitalares públicas e privadas, bem como os processos de aprendizagem e desenvolvimento de pessoas relacionados à incorporação de novas tecnologias nessas organizações. A próxima seção apresenta a estratégia de busca e o processo de seleção das referências que compõem a análise desse estudo.

### Método

Foi utilizado o método de revisão sistemática da literatura (RSL). As buscas foram realizadas nas bases Web of Science e Scopus, em julho de 2024. A escolha das bases considerou a grande quantidade de publicações revisadas por pares e ampla cobertura de periódicos relacionados às áreas de administração e ciência e tecnologia. A partir da definição do problema de pesquisa, foi utilizada a estratégia PICO, em sua forma adaptada às ciências sociais, para definição dos termos de busca, conforme apresenta o Quadro 1. Visto que a utilização dos termos de busca em português não apresentou nenhum resultado significativo, optou-se por utilizar somente os termos em inglês. Utilizando operadores booleanos, a composição da *string* de busca consistiu em: ("Hospital Administration" OR "Health Management") AND (Digital OR Technolog\* OR "Information Systems" OR "Artificial Intelligence") AND (Hospital\*).

**Quadro 1:** Definição dos termos de busca utilizando a estratégia PICO.

PICO	Descritores
<b>P</b> população / problema Gestão Hospitalar	<i>Hospital Administration</i> <i>Health Management</i>
<b>I</b> fator em estudo Tecnologias digitais	<i>Digital</i> <i>Technolog*</i> <i>Information Systems</i> <i>Artificial Intelligence</i>
<b>Co</b> contexto Hospitais	<i>Hospital*</i>

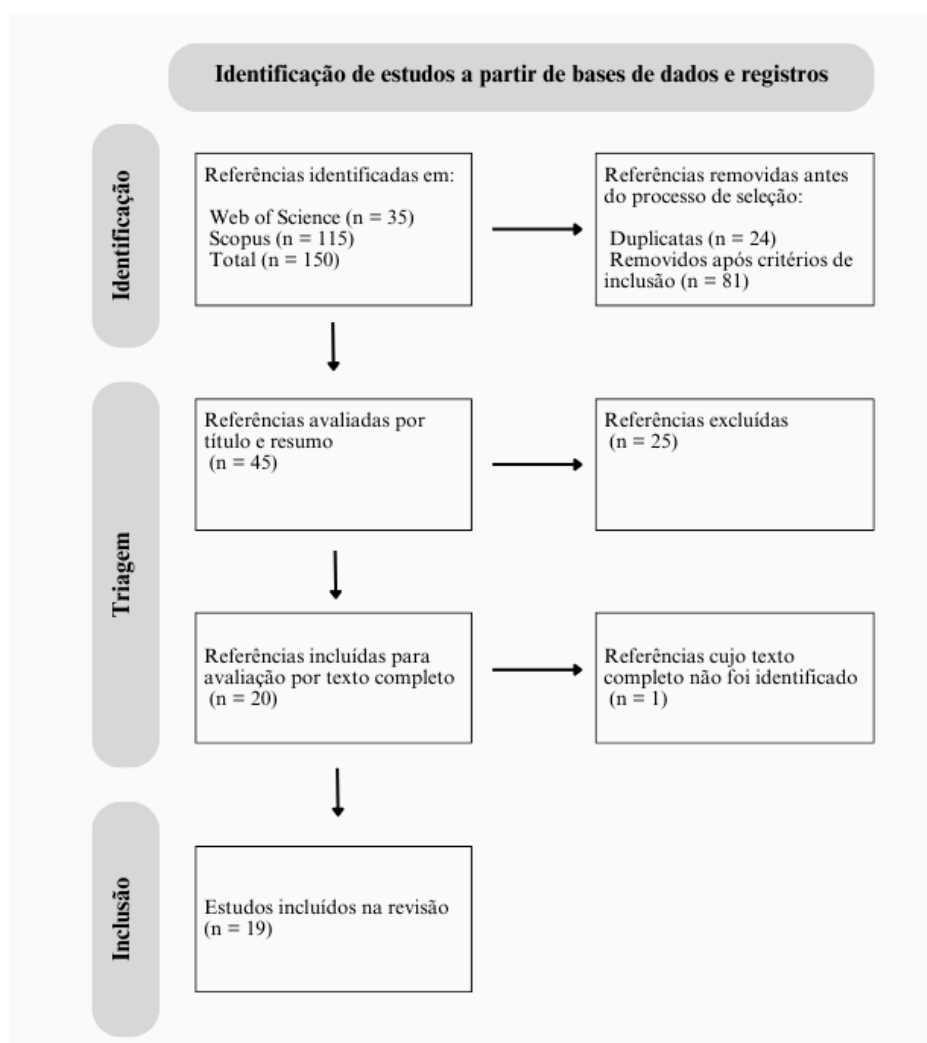
Fonte: elaboração própria.

Buscas iniciais identificaram um total de 3155 resultados cujo título, resumo ou palavras-chave mencionaram diretamente os termos de busca selecionados, sendo 391 oriundos do Web of Science e 2764 da base Scopus. Desse total, foram selecionados estudos publicados em periódicos incluindo pesquisas originais e revisões, publicados entre 2019 e 2023 e que estivessem disponíveis em português, inglês ou espanhol. Após a aplicação dos critérios de inclusão, foram ainda removidos 146 artigos duplicados, restando um total de 367. Foi realizada uma leitura prévia dos títulos e resumos, considerando como elegíveis apenas estudos que apresentaram relação com aspectos gerenciais no contexto hospitalar com o objetivo de identificar possíveis.

Em um segundo momento, buscando manter um equilíbrio entre a sensibilidade e precisão da amostra, foram realizadas adequações nos termos de busca. Os termos “digital” e “technolog\*” foram agrupados em um único termo (“digital technolog\*”) e o termo “information systems” foi removido. A partir dessas adequações, uma nova busca foi realizada, resultando em um total de 150 artigos, sendo 35 da Web of Science e 115 da Scopus. Após a aplicação dos mesmos critérios de inclusão utilizados na primeira busca e exclusão de artigos duplicados (n=24), foram incluídos 45 estudos para a etapa de triagem.

Inicialmente, a primeira etapa de triagem buscou identificar, com base na leitura dos títulos e resumos, estudos que não se enquadravam no contexto da gestão hospitalar em relação às tecnologias digitais. Foram excluídos nesta etapa 26 estudos, restando um total de 19 estudos selecionados para leitura dos textos completos. Entre os estudos excluídos, os temas abordados estavam relacionados a aspectos de políticas públicas de saúde, saúde populacional, estudos clínicos e visões abrangentes de sistemas de saúde (sem enfoque no contexto hospitalar). A triagem e seleção dos estudos foi realizada utilizando o software *Rayyan*. O Quadro 2 apresenta o fluxograma PRISMA (Page et al., 2022), demonstrando os procedimentos adotados em cada etapa da revisão.

**Quadro 2:** Fluxograma PRISMA.



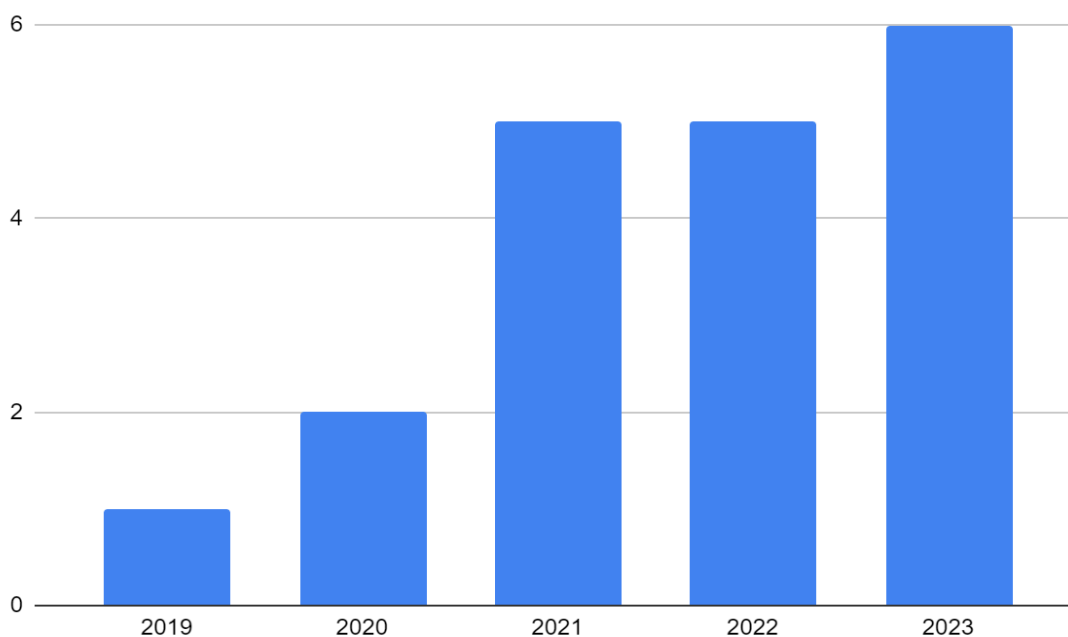
Fonte: elaboração própria.

Após a seleção, os estudos incluídos foram categorizados de acordo com o foco da pesquisa e dimensão de aplicação e desenvolvimento no contexto hospitalar, com base no esquema proposto por Mehta, Pandit e Shukla (2019). Para cada categoria, foram elencadas subcategorias e palavras-chave que abordam temas mais específicos. A seção seguinte apresenta o mapeamento e sistematização dos resultados encontrados nesta revisão, assim como a discussão destes resultados a partir de estudos relacionados.

## Resultados e discussão

Entre os 19 estudos incluídos (Apêndice I), 3 são de origem da China, 2 da Itália, além de 4 estudos conjuntos entre China, EUA, Rússia, Finlândia e Singapura. O restante dos estudos foi distribuído igualmente entre os países da Argélia, Índia, Qatar, Romênia, Espanha, Japão, Austrália e Coreia da Sul. O Gráfico 1 demonstra a distribuição dos estudos incluídos por ano de publicação.

**Gráfico 1:** Distribuição dos estudos por ano de publicação.



Fonte: elaboração própria.

Com base no foco e no contexto de aplicação de cada pesquisa, foram identificadas 3 categorias centrais de classificação dos estudos incluídos. A primeira categoria se refere à pesquisas com foco no desenvolvimento e utilização de tecnologias para apoio à decisão clínica e processos relacionados diretamente ao cuidado de pacientes no âmbito hospitalar. A segunda categoria inclui estudos que abordam a utilização de tecnologias digitais na gestão hospitalar em um contexto gerencial e organizacional mais amplo, envolvendo processos de apoio administrativo e suporte indireto à assistência clínica. Por fim, a terceira categoria é composta por estudos que apresentam uma visão geral sobre a aplicação de diferentes tecnologias na gestão hospitalar. Cada categoria central se divide em subcategorias que abordam recortes específicos de aplicação dessas tecnologias com base no foco das pesquisas, conforme apresenta o Quadro 3. Esta classificação é discutida a seguir a partir dos principais resultados encontrados e em comparação com estudos relacionados.

<b>Categorias</b>	<b>Palavras-Chave</b>	<b>Subcategorias</b>
Apoio à decisão clínica e atendimento ao paciente	<i>Algoritmos Machine Learning Internet of Things (IoT) Big Data Sistemas de Vigilância Privacidade e segurança de dados Transparência</i>	<b>Modelos de predição</b> Tempo de internação em UTI ( <i>Belderrar; Hazzab, 2020</i> ) Mortalidade de pacientes hospitalizados com COVID-19 ( <i>Gerevini et al, 2023</i> ) Risco de eventos cardiovasculares adversos maiores/menores ( <i>Carvalho et al, 2020</i> )

	<p><i>Monitoramento de doenças</i>  <i>Interoperabilidade</i>  <i>Sistema de Apoio à</i>  <i>Decisão Clínica</i>  <i>Telemedicina</i></p>	<p><b>Rastreamento de doenças crônicas</b>  Rastreamento de câncer gástrico, a partir do processamento de imagens médicas de exames de gastroscopia (<i>Wang et al, 2021</i>)  Apresenta um sistema assistido por IA voltado para o gerenciamento de cuidados relacionados à doenças crônicas em pacientes pediátricos (<i>Yu et al, 2022</i>)  Propõe um modelo baseado em IA para determinar o prognóstico do câncer de pulmão (<i>Oh et al, 2021</i>)</p> <p><b>Diagnóstico e triagem</b>  Sistema de alerta precoce assistido por IA para projeções sobre a capacidade de diagnóstico e tratamento de casos de COVID-19 (<i>Popescu; Ichimescu, 2021</i>)  Propõe a utilização de aprendizado de máquina e mineração de dados para automatizar o processo de encaminhamentos médicos (<i>Wee et al, 2022</i>)  Fornece uma nova abordagem para modelos de aprendizado de máquina simples e compreensíveis para auxiliar no diagnóstico de pacientes (<i>Su et al, 2021</i>)</p> <p><b>Tratamento personalizado</b>  Apresenta uma proposta de APP voltado para o atendimento nutricional personalizado de pacientes oncológicos (<i>Shunmei, 2022</i>)</p>
<p>Aspectos Gerenciais e Organizacionais</p>	<p><i>Digitalização de processos</i>  <i>Gestão do conhecimento</i>  <i>Gestão de riscos</i>  <i>Gestão financeira</i></p>	<p><b>Aplicações no contexto da pandemia de COVID-19</b>  Investiga como a tecnologia da informação (TI) ajudou os hospitais na China continental a responderem melhor ao surto da pandemia de Covid-19 (<i>Yan; Zou; Mirchandani, 2020</i>)</p> <p><b>Aspectos éticos e legais</b>  Discute os desafios práticos, legais e éticos da implantação da IA em unidades psiquiátricas (<i>Solaiman; Malik; Ghuloum, 2023</i>)</p> <p><b>Utilização e apropriação por profissionais</b>  Investiga os fatores que influenciam a adoção de um Sistema de Apoio à Decisão Clínica em hospitais públicos (<i>Ahmad et al, 2023</i>)  Investiga as expectativas e preocupações de profissionais sobre o uso amplo da IA na saúde (<i>Katirai et al, 2023</i>)</p> <p><b>Apoio administrativo</b>  Apresenta uma RSL com o objetivo de compreender o papel da IA no período perioperatório e na gestão da sala de operação (<i>Bellini et al, 2019</i>)  Propõe um modelo de gestão financeira e de recursos de um hospital utilizando Redes Neurais Artificiais (RNA) (<i>Sanz; Leon-Sanz, 2022</i>)  Propõe um novo modelo para avaliação de risco em saúde baseado em algoritmos FMEA-fuzzy e de aprendizado de máquina (<i>En-Naaoui; Aguezzoul; Kaicer, 2023</i>)</p>
<p>Visão geral sobre aplicações da saúde digital</p>	<p><i>Saúde digital</i>  <i>Saúde inteligente (Smart Health)</i>  <i>Gestão em Saúde</i>  <i>Gestão Hospitalar</i></p>	<p><b>Tecnologias emergentes em saúde</b>  Apresenta uma RSL sobre aplicações de IA e ciência de dados na administração hospitalar (<i>Yang et al, 2022</i>)  Apresenta considerações sobre sistemas de TI de saúde indiano, com foco na administração hospitalar (<i>Taneja et al, 2023</i>)</p>

**Quadro 3:** Categorização dos estudos selecionados na revisão. Fonte: elaboração própria.

### **Apoio à decisão clínica e atendimento ao paciente**

Em relação aos processos de apoio à decisão clínica e atendimento ao paciente, as principais aplicações de tecnologias digitais na gestão hospitalar identificadas na literatura estão relacionadas à modelos de predição, rastreamento de doenças crônicas, diagnóstico e triagem e tratamento personalizado. Estas aplicações consistem, sobretudo, em modelos baseados em IA desenvolvidos para atender demandas e problemas específicos a partir do processamento de grandes conjuntos de dados. Diferentes algoritmos de aprendizado de máquina foram abordados, como Redes Neurais, Máquina de Vetores de Suporte, Árvores de Decisão, Florestas Aleatórias, Processamento de Linguagem Natural e algoritmos de aprendizado profundo (ou *Deep Learning*), utilizados de forma individual ou em conjunto. Alguns estudos investigaram a aplicação de diferentes algoritmos para resolução de determinados problemas, buscando identificar qual apresentou melhor desempenho em comparação com outros tipos de algoritmos (Belderrar; Hazzab, 2020; Gerevini et al., 2023; Oh et al., 2021; Su et al., 2021; Wang et al., 2021) ou com sistemas tradicionais que não utilizam ferramentas de IA (Carvalho et al., 2020; Wee et al., 2022; Yu et al., 2022).

Estes tipos de algoritmos e técnicas têm sido amplamente utilizados na área da saúde, especialmente na análise de big data, auxiliando direta ou indiretamente no planejamento e gestão do cuidado no âmbito hospitalar (Marques; Ferreira, 2020). Tradicionalmente, a prática médica se baseia em uma quantidade limitada de informações e na experiência clínica dos profissionais para definir as melhores condutas assistenciais. Tecnologias avançadas, como IA e análise de big data, apontam um caminho promissor para a utilização de dados complexos e dinâmicos, como dados clínicos de exames diagnósticos e monitoramento de pacientes, que vão além da capacidade das ferramentas analíticas tradicionais, para fornecer insights e previsões relacionadas aos processos assistenciais, diagnóstico e triagem de pacientes e gestão de recursos hospitalares (Mehta; Pandit; Shukla, 2019).

Balderrar e Hazzab (2020) descrevem um modelo que utiliza redes neurais para estimar o tempo de permanência de pacientes em Unidades de Tratamento Intensivo (UTI), a partir da análise de uma série de dados clínicos, demográficos e informações do prontuário eletrônico referente à internação de cada paciente. O modelo visa contribuir para uma melhor gestão de recursos hospitalares e planejamento da admissão de pacientes em UTI. Destacam-se também outros modelos de predição que englobam diferentes técnicas de aprendizado de máquina, como redes neurais e árvores de decisão, para prever o desfecho de mortalidade de pacientes com COVID-19 em diferentes momentos da hospitalização (Gerevini et al., 2023) ou prever o risco de eventos cardiovasculares adversos e estimar os custos relacionados à assistência (Carvalho et al., 2020).

A utilização de algoritmos de aprendizado de máquina tem se destacado também na análise de imagens médicas oriundas de exames radiológicos, com maior foco no rastreamento de doenças crônicas (Marques; Ferreira, 2020; Mehta; Pandit; Shukla, 2019). Wang et al. (2021) apresentam um método baseado em rede neural convolucional e máquina de vetores de suporte para rastreamento de câncer gástrico, a partir do processamento de imagens médicas de exames de gastroscopia. O método proposto pelos autores demonstrou uma alta taxa de precisão na classificação das imagens, que usualmente depende da habilidade e experiência de médicos, contribuindo para um diagnóstico mais assertivo. De maneira semelhante, Oh et al. (2021) propõem um modelo baseado em redes neurais convolucionais para prever o prognóstico de pacientes com câncer de pulmão a partir da análise das imagens de exames de tomografia por emissão de pósitrons (PET). Entretanto, os autores destacam que o modelo proposto utilizou uma quantidade relativamente pequena de informações de imagens

de PET, em comparação com a quantidade de informações médicas obtidas em situações reais, sendo necessárias adaptações para aplicação na prática clínica.

Estas técnicas contribuem para uma maior personalização do atendimento dos pacientes e da relação que estes usuários estabelecem com serviços hospitalares. Nesse quesito, tecnologias como Internet das Coisas (IoT) e dispositivos vestíveis, potencializados pelas técnicas de IA, possibilitam o acompanhamento remoto e constante das condições clínicas de pacientes, podendo gerar alertas e informações pertinentes para intervenções médicas oportunas (Marques; Ferreira, 2020). Yu et al. (2022) apresentam resultados preliminares sobre o desenvolvimento e aplicação de um sistema assistido por IA, IoT e gráficos de conhecimento, voltado para o gerenciamento de cuidados relacionados à doenças crônicas em pacientes pediátricos, buscando cobrir o ciclo completo da gestão de cuidados crônicos infantis, desde a triagem até o atendimento domiciliar. Em relação ao aspecto nutricional, Shunmei (2022) apresenta uma proposta de aplicativo móvel voltado para o atendimento nutricional personalizado de pacientes oncológicos internados em hospitais e seus acompanhantes. O aplicativo consiste em um tipo de plataforma de cozinha compartilhada, que reúne pacientes, seus familiares e equipes de saúde através do compartilhamento de informações relacionadas à refeições e alimentos, contribuindo para a integração e gestão do cuidado.

Todas as técnicas e ferramentas destacadas nestas pesquisas utilizam uma variedade considerável de dados, estruturados e/ou não estruturados, e apontam diferentes perspectivas sobre os desafios de coleta, pré-processamento e inclusão desses dados nos modelos propostos. Embora técnicas de aprendizado de máquina tenham se mostrado eficazes em diferentes domínios de aplicação, problemas típicos de dados em situações reais como ruídos, inconsistência, quantidade limitada e valores ausentes, impactam tanto o desempenho quanto a escolha metodológica de design para construir um sistema baseado em aprendizado de máquina que seja eficaz e confiável (Belderrar; Hazzab, 2020; Carvalho et al., 2020; Gerevini et al., 2023; Wang et al., 2021). Estas condições podem ser intensificadas quando os dados são coletados em situações de emergência, como no caso da pandemia de COVID-19, em que o número de atendimentos hospitalares aumentou de maneira significativa. A gestão hospitalar envolve constantemente situações onde decisões sensíveis e arriscadas precisam ser tomadas, de modo que tornam-se necessários esforços contínuos para garantir a confiabilidade de sistemas de suporte à decisão, reconhecendo vieses e limitações e evitando erros dispendiosos (Gerevini et al., 2023).

Outro desafio significativo consiste na interpretação desses dados e na capacidade que os modelos têm de fornecer informações claras para os usuários que estão na ponta dos processos de cuidado. É comum que algoritmos de aprendizado de máquina sejam vistos como caixas-pretas que não fornecem nenhuma explicação ao usuário sobre seus resultados ou comportamento interno. No entanto, um aspecto fundamental relacionado ao uso destas técnicas na prática clínica está relacionado à explicabilidade, ou seja, a capacidade que um sistema tem de fornecer informações e resultados interpretáveis pelo usuário, explicando variáveis e critérios utilizados para determinada previsão (Combi et al., 2022; Rajkomar; Dean; Kohane, 2019).

Nesse sentido, Gerevini et al (2023), ao proporem um modelo preditivo do desfecho de mortalidade de pacientes com COVID-19, desenvolvem um módulo específico para fornecer explicações interpretáveis pelo usuário, gerando conhecimento prognóstico a partir da extração e avaliação de regras multivariáveis que compõem o modelo. Na mesma linha, o estudo de Su et al. (2021) apresenta também um enfoque na explicabilidade ao proporem um método de aprendizado profundo adaptativo para auxiliar médicos em tarefas de diagnóstico

em evolução dinâmica. Devido à integração de modelos simples, o modelo proposto pelos autores requer menos dados de treinamento e é mais facilmente compreendido por médicos do que modelos baseados em redes neurais profundas.

### **Aspectos gerenciais e organizacionais**

Na categoria relacionada aos aspectos gerenciais e organizacionais, buscou-se incluir estudos que abordassem questões referentes à aplicações de TI em uma perspectiva mais ampla da gestão hospitalar, sem necessariamente um enfoque em processos clínicos e assistenciais. Destacam-se algumas aplicações de apoio administrativo como gestão de riscos, gestão financeira e planejamento e distribuição de recursos no âmbito hospitalar, além de considerações sobre a utilização e apropriação dessas tecnologias pelos profissionais da área.

Bellini et al. (2019) apresenta uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de compreender o papel de novas tecnologias no período perioperatório, com foco na perspectiva administrativa e gerencial da Sala Operacional (SO). Os resultados do estudo demonstram um aumento significativo no desempenho da gestão da SO com o uso de algoritmos de aprendizado de máquina, em comparação com modelos de gestão tradicionais, permitindo uma previsão mais precisa do tempo de utilização de estruturas hospitalares que demandam maiores custos. Algumas aplicações destacadas pelos autores no contexto da pesquisa consistem na estimativa da duração do caso cirúrgico e na previsão de cancelamentos de cirurgias.

Utilizando um modelo de redes neurais, a pesquisa de Sanz e Leon-Sanz (2022) descreve um modelo de gestão financeira e de recursos hospitalares para calcular instantaneamente a projeção de recursos e faturamento que o hospital deverá ter no curto prazo, a partir do processamento combinado de dados clínicos e econômicos. Os autores destacam a importância de novos estudos que desenvolvam instrumentos para que os serviços administrativos possam utilizar os dados de saúde em tempo real, considerando as necessidades de cada organização ou setor específico.

Em relação à gestão de riscos, o estudo de En-Naaoui, Aguezzoul e Kaicer (2023) propõe um modelo para avaliação de risco em saúde baseado em algoritmos de aprendizado de máquina e na técnica de análise de modos e efeitos de falha (FMEA), aplicado em uma unidade de esterilização de um centro de tratamento odontológico. Apesar de resultados promissores do modelo, os autores argumentam que o gerenciamento de riscos não se limita ao processo de avaliação de riscos e que todas as ações planejadas não podem ser iniciadas ao mesmo tempo devido à limitação de recursos e orçamentos alocados aos hospitais, destacando a importância de ferramentas que permitam priorizar ações levando em consideração as restrições impostas em cada contexto.

Na revisão realizada por Mehta, Pandit e Shukla (2019), que buscou identificar a literatura disponível sobre análise de big data e IA na saúde, também foram encontrados estudos relacionados à gestão financeira que utilizam aprendizado de máquina, entre outros estudos que se concentram na administração e gestão de serviços de saúde. Entretanto, temas como relações de trabalho e gestão de pessoas relacionados à transformação digital na saúde foram pouco frequentes, indicando um maior foco de pesquisa a partir de uma perspectiva técnica de desenvolvimento e aplicação de tecnologias.

Considerando que os profissionais de saúde são fundamentais para definir o sucesso na aplicação de novas tecnologias, destaca-se a importância de se investigar os fatores associados à utilização e apropriação dessas tecnologias pelos profissionais nas organizações hospitalares. Nesse sentido, o estudo de Ahmad et al. (2023) buscou identificar os fatores que influenciam a adoção de um Sistema de Apoio à Decisão Clínica em hospitais do setor público. Os

resultados do estudo apontam que a qualidade da informação fornecida influencia fortemente a satisfação dos profissionais de saúde com a adoção do sistema, bem como a qualidade do sistema afeta positivamente a satisfação do profissional de saúde (Ahmad et al., 2023). Por outro lado, o estudo de Katirai et al. (2023) teve como objetivo identificar expectativas e preocupações de profissionais, usuários e outras partes interessadas sobre o uso amplo da IA na saúde. Este tipo de abordagem de pesquisa é importante para compreender a percepção dos profissionais e usuários que vivenciam na prática essas transformações.

Com exceção da pesquisa desenvolvida por Solaiman, Malik e Ghuloum (2023), que abordou os desafios práticos, legais e éticos da implantação da IA para fornecer cuidados e eficiência operacional em unidades psiquiátricas, nenhum outro estudo incluído nesta revisão teve como foco implicações éticas e legais relacionadas à incorporação de novas tecnologias na saúde. Entretanto, na revisão realizada por Marques e Ferreira (2019), que buscou investigar o potencial das soluções digitais existentes para melhorar a qualidade e segurança dos cuidados de saúde, são destacadas pesquisas com foco na privacidade e proteção de dados pessoais de pacientes, embora não tenham apresentado uma frequência significativa. Discussões sobre privacidade e segurança de dados têm ganhado relevância em diversas áreas com o rápido avanço de tecnologias que se baseiam no processamento de grandes quantidades de dados. Na área da saúde, são extraídos dados de diversas fontes, potencializados pelo uso extensivo de tecnologias de detecção, monitoramento e comunicação, com informações sensíveis e confidenciais dos pacientes, sendo necessário um cuidado adequado (Thapa; Camtepe, 2021).

### **Visão geral sobre aplicações da saúde digital**

Alguns estudos apresentam uma visão abrangente sobre gestão hospitalar, considerando diferentes aplicações e desafios relacionados à transformação digital na saúde. Em Taneja et al. (2023) é apresentada uma linha do tempo das tecnologias digitais na administração hospitalar no contexto do sistema de saúde indiano, destacando-se a utilização de registros eletrônicos de saúde, sistemas de gerenciamento de doenças crônicas e sistemas de suporte à decisão clínica. Os autores apontam também o papel importante das universidades na introdução de módulos interdisciplinares para formação de profissionais que estejam aptos a atuarem no contexto da saúde digital (Taneja et al., 2023).

A partir de uma revisão da literatura sobre aplicações de IA e ciência de dados na administração hospitalar, Yang et al. (2022) discutem questões de pesquisa não resolvidas e desafios nas aplicações do metaverso, da IA e da ciência de dados no contexto da saúde inteligente. O estudo inclui 21 referências classificadas em 7 categorias relacionadas a diferentes aplicações da IA na gestão hospitalar, incluindo gerenciamento de fluxos de trabalho, recursos humanos, dispositivos médicos, tratamento de pacientes, imagem e diagnóstico. O estudo destaca 5 desafios e direções para pesquisas futuras: explicabilidade da IA, adaptabilidade de pacientes a sistemas de IA, confiabilidade da IA na saúde, segurança e privacidade de dados, além de questões éticas.

De modo geral, os estudos incluídos nesta revisão demonstram um maior interesse de pesquisa em aplicações de tecnologias digitais voltadas para suporte à decisão clínica e atendimento ao paciente, com um foco disperso entre diferentes processos assistenciais e especialidades médicas. Resultados semelhantes são encontrados nas revisões de Mehta, Pandit e Shukla (2019) e Marques e Ferreira (2019). A maioria dos estudos (n=17) se concentrou em abordagens que utilizam algoritmos de aprendizado de máquina, análise de big data e IA para suporte à gestão hospitalar e decisão clínica, destacando a relevância do tema em relação à transformação digital na saúde nos últimos 5 anos.

## **Conclusões e agenda de pesquisa**

Esta revisão buscou identificar a literatura existente sobre as principais aplicações de tecnologias digitais na gestão hospitalar, a disponibilidade e apropriação dessas tecnologias em organizações hospitalares, além de processos de aprendizagem e desenvolvimento de pessoas relacionados à incorporação de novas tecnologias nessas organizações. As aplicações identificadas apresentaram um maior foco na assistência médica a partir da utilização de tecnologias emergentes como IA e big data, sobretudo com abordagens técnicas sobre a construção de sistemas e modelos que utilizam algoritmos de aprendizado de máquina. O caráter emergencial da pandemia de COVID-19 contribuiu para o desenvolvimento e utilização de tecnologias digitais na gestão hospitalar, destacando-se iniciativas desenvolvidas nesse contexto.

Por outro lado, poucos estudos abordaram aspectos relacionados à gestão de pessoas na incorporação de novas tecnologias em organizações hospitalares, denotando uma importante lacuna de pesquisa. Temas como liderança, treinamento, capacitação e relações de trabalho ganham relevância frente à necessidade de profissionais capacitados para lidar com atividades relacionadas à coleta, armazenamento e processamento de dados em saúde. A área da saúde apresenta especificidades, considerando a quantidade de dados sensíveis que circulam em um amplo ecossistema de organizações, incluindo hospitais, indústria, instituições públicas, academia, entre outros atores.

Considerando a complexidade das organizações hospitalares e processos de trabalho na área da saúde, tornam-se necessários estudos interdisciplinares que possibilitem diferentes perspectivas sobre a implementação de novas tecnologias na saúde. Questões como dataficação, privacidade, segurança, ética e regulação referente à utilização de dados nesse contexto ainda apresentam um campo vasto a ser explorado. O mercado de tecnologias voltadas para a área da saúde tem crescido de maneira exponencial, compondo um cenário de disputa entre o acesso universal e a mercantilização desses serviços.

Esta revisão teve como foco processos de gestão hospitalar. Portanto, estudos relacionados à transformação digital na saúde em outros contextos, como atenção primária e saúde populacional, não foram incluídos. Além disso, os estudos incluídos apresentaram um foco geográfico disperso, com relativamente poucas aplicações em diferentes países, o que dificulta uma análise mais abrangente que considere as especificidades de uma determinada região e cultura. Novas revisões podem explorar diferentes contextos de aplicação de tecnologias em cada nível de atenção à saúde, considerando as particularidades de um sistema de saúde específico, condições sociodemográficas, entre outros fatores. Por fim, esta pesquisa identificou palavras-chave que podem ser utilizadas como termos de busca em novos estudos, possibilitando o foco em determinados tipos de aplicação, como algoritmos de aprendizado de máquina e tecnologias emergentes de IA.

## **Uso de IAG nesta Pesquisa**

Durante a elaboração deste trabalho, foi utilizada a ferramenta ChatGPT (versão gratuita) como apoio na organização e estruturação textual do trabalho. A IA generativa foi empregada para auxiliar na reformulação de trechos e na revisão de coesão e coerência textual, sempre sob supervisão e revisão crítica dos pesquisadores. Importante destacar que todas as decisões metodológicas, seleção de estudos, análise dos dados e conclusões foram conduzidas de forma independente, baseadas em critérios científicos e éticos definidos previamente.

## **Referências**

AMANN, J.; BLASIMME, A.; VAYENA, E., et al. Explainability for artificial intelligence in healthcare: a multidisciplinary perspective. *BMC Med Inform Decis Mak* 20, 310, 2020. <https://doi.org/10.1186/s12911-020-01332-6>

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). *Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028*. Brasília: MS; 2020.

COMBI, C.; AMICO, B.; BELLAZZI, R.; HOLZINGER, A.; MOORE, J. H.; ZITNIK, M.; HOLMES, J. A manifesto on explainability for artificial intelligence in medicine. *Artif. Intell. Med.*, vol. 133, 2022.

DAVENPORT, T; KALAKOTA, R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal*, Vol 6, No 2: 94–8, 2019.

HE, W.; ZHANG; Z.; LI, W. Information technology solutions, challenges, and suggestions for tackling the COVID-19 pandemic. *International Journal of Information Management* Volume 57, 2021, 102287.

IYAWA, G. E.; HERSELMAN, M.; BOTHA, A. Digital health innovation ecosystems: From systematic literature review to conceptual framework. *Procedia Comput. Sci.* 2016; 100:244–252. doi: 10.1016/j.procs.2016.09.149.

JIANG, F.; JIANG, Y.; ZHI, H., et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology* 2017. doi: 10.1136/svn-2017-000101

JOHNSON, A. E. W.; BULGARELLI, L.; SHEN, L. et al. MIMIC-IV, a freely accessible electronic health record dataset. *Sci Data* 10, 1 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01899-x>

KAPLAN, B. Revisiting Health Information Technology ethical, legal, and Social issues and evaluation: Telehealth/Telemedicine and Covid-19. *International Journal of Medical Informatics* 143, 2020.

KOLASA, K.; KOZINSKI, G. How to Value Digital Health Interventions? A Systematic Literature Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020. doi: 10.3390/ijerph17062119.

KRAUS, S.; SCHIAVONE, F.; PLUZHNIKOVA, A.; INVERNIZZI, A. C. Digital transformation in healthcare: Analyzing the current state-of-research. *Journal of Business Research*, Volume 123, 557-567, 2021.

LIANG, W., YAO, J., CHEN, A. et al. Early triage of critically ill COVID-19 patients using deep learning. *Nat Commun* 11, 3543, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17280-8>

MARIN, H. F. Sistemas de informação em saúde: considerações gerais. *Journal of Health Informatics, Brasil*, v. 2, n. 1, 2010.

MARQUES, I. C. P.; FERREIRA, J. J. M. Digital transformation in the area of health: systematic review of 45 years of evolution. *Health Technol.* 10, 575–586, 2020. <https://doi.org/10.1007/s12553-019-00402-8>

MEHTA, N.; PANDIT, A.; SHUKLA, S. Transforming healthcare with big data analytics and artificial intelligence: A systematic mapping study. *J Biomed Inform*, 2019 Dec;100:103311. doi: 10.1016/j.jbi.2019.103311. Epub 2019 Oct 17. PMID: 31629922.

PAGE, M. J. et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, v. 31, n. 2, e2022107, 2022.

RAJKOMAR, A.; DEAN, J.; KOHANE, I. Machine learning in medicine. *New England J. Med.*, vol. 380, no. 14, pp. 1347-1358, 2019.

STOUMPOS, A. I.; KITSIOS, F.; TALIAS, M. A. Digital Transformation in Healthcare: Technology Acceptance and Its Applications. *Int J Environ Res Public Health*, 2023 Feb 15;20(4):3407. doi: 10.3390/ijerph20043407. PMID: 36834105; PMCID: PMC9963556.

THAPA, C.; CAMTEPE, S. Precision health data: Requirements, challenges and existing techniques for data security and privacy. *Computers in Biology and Medicine*, Volume 129, 2021, 104130, ISSN 0010-4825, <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2020.104130>.

WANG, C. J.; NG, C. Y.; BROOK, R. H. Response to COVID-19 in Taiwan: Big Data Analytics, New Technology, and Proactive Testing. *JAMA*. 2020;323(14):1341–1342. doi:10.1001/jama, 2020.

WHO (World Health Organization). Global strategy on digital health 2020-2025. Geneva: WHO, 2021.

#### Apêndice I: Estudos incluídos na revisão sistemática da literatura

<b>Autores/Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo/Descrição</b>
Belderrar; Hazzab, 2020	Real-time estimation of hospital discharge using fuzzy radial basis function network and electronic health record data	É proposta uma abordagem para estimar o tempo de permanência em UTIs utilizando um algoritmo de aprendizado de máquina.
Gerevini; Maroldi; Olivato; Putelli; Serina, 2023	Machine Learning Techniques for Prognosis Estimation and Knowledge Discovery From Lab Test Results With Application to the COVID-19 Emergency	É apresentada uma metodologia que utiliza aprendizado de máquina para construir modelos preditivos eficazes para o desfecho de mortalidade de um paciente com COVID-19 em diferentes momentos de sua hospitalização.
Wang; Yang; Zhou; Huang; Ding; Wang; Hu, 2021	An intelligent gastric cancer screening method based on convolutional neural network and support vector machine	Apresenta um método baseado em rede neural convolucional e máquina de vetores de suporte para rastreamento de câncer gástrico, a partir do processamento de imagens médicas de exames de gastroscopia.
Yan; Zou; Mirchandani, 2020	How hospitals in mainland China responded to the outbreak of COVID-19 using information technology-enabled services: An analysis of hospital news webpages	O objetivo do estudo foi investigar como a tecnologia da informação (TI) ajudou os hospitais na China continental a responderem melhor ao surto da pandemia de Covid-19.
Yang; Siau; Xie; Sun, 2022	Smart Health: Intelligent Healthcare Systems in the Metaverse, Artificial Intelligence, and Data Science Era	Apresenta uma revisão da literatura sobre aplicações de IA e ciência de dados na administração hospitalar, discutindo questões de pesquisa não resolvidas e desafios nas aplicações do metaverso, da IA e da ciência de dados no contexto da saúde inteligente.

Solaiman; Malik; Ghuloum, 2023	Monitoring Mental Health: Legal and Ethical Considerations of Using Artificial Intelligence in Psychiatric Wards	Discute os desafios práticos, legais e éticos da implantação da IA para fornecer cuidados e eficiência operacional em unidades psiquiátricas.
Popescu; Ichimescu, 2021	Building, training and validation an artificial intelligence-assisted Early Warning System for Covid-19 Pandemic management	O estudo constitui uma primeira fase do projeto UEFISCDI ( “Abordagens à gestão da saúde pública no contexto da pandemia COVID-19”), tendo como objetivo desenvolver e implementar um sistema de alerta precoce assistido por inteligência artificial capaz de fazer alertas e projeções sobre a capacidade de diagnóstico e tratamento de casos de COVID-19 em hospitais de diferentes áreas.
Yu; Tabatabaei; Mezei; Zhong; Chen; Li; Li; Shu; Shu, 2022	Improving chronic disease management for children with knowledge graphs and artificial intelligence	Apresenta resultados preliminares sobre o desenvolvimento e aplicação de um sistema assistido por IA, internet das coisas e gráficos de conhecimento, voltado para o gerenciamento de cuidados relacionados à doenças crônicas em pacientes pediátricos (AI Chronic Management System - AICMS). O sistema busca cobrir o ciclo de vida completo da gestão de cuidados crônicos infantis, desde a triagem até o atendimento domiciliar.
Ahmad; Du; Ahmed; ul Amin; Yi, 2023	Healthcare professionals satisfaction and AI-based clinical decision support system in public sector hospitals during health crises: a cross-sectional study	O estudo teve como objetivo identificar os fatores que influenciam a adoção de um Sistema de Apoio à Decisão Clínica (CDSS) em hospitais do setor público.
Bellini; Guzzon; Bigliardi; Mordonini; Filippelli; Bignami, 2019	Artificial Intelligence: A New Tool in Operating Room Management. Role of Machine Learning Models in Operating Room Optimization	Consiste em uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de compreender o papel das novas tecnologias no período perioperatório, com foco na perspectiva administrativa e gerencial da Sala Operacional (SO).
Sanz; Leon-Sanz, 2022	Modeling Health Data Using Machine Learning Techniques Applied to Financial Management Predictions	Propõe uma melhor gestão financeira e de recursos de um hospital utilizando uma Rede Neural Artificial (RNA) para calcular instantaneamente a projeção de recursos e faturamento que o hospital deverá ter no curto prazo.
Katirai; Yamamoto; Kogetsu; Kato, 2023	Perspectives on artificial intelligence in healthcare from a Patient and Public Involvement Panel in Japan: an exploratory study	Relata um workshop exploratório realizado com membros de um Painel de Envolvimento Público e de Pacientes no Japão, que foi projetado para identificar suas expectativas e preocupações sobre o uso amplo da IA na saúde.
En-Naaoui; Aguezzoul; Kaicer, 2023	Improving the quality of hospital sterilization process using failure modes and effects analysis, fuzzy logic, and machine learning: experience in tertiary dental centre	A análise de modos e efeitos de falha (FMEA) é um dos métodos de avaliação de risco mais utilizados na saúde. A FMEA é uma técnica proativa que consiste na avaliação dos modos de falha associados a um processo estudado usando três fatores: ocorrência, não detecção e gravidade. O estudo propõe um novo modelo para avaliação de risco em saúde baseado em algoritmos FMEA-fuzzy e de aprendizado de máquina (SVM e KNN).
Wee; Zhou; Gururajan; Tao; Chen; Gururajan; Wee; Barua, 2022	Automated Triaging Medical Referral for Otorhinolaryngology Using Data Mining and Machine Learning Techniques	Os hospitais públicos recebem e fazem a triagem de um grande volume de encaminhamentos médicos para otorrinolaringologia anualmente e pode ser um desafio extrair conhecimento deles, pois são escritos em texto não estruturado e podem não estar disponíveis em formatos eletrônicos. Este artigo propõe a utilização de aprendizado

		de máquina e mineração de dados para automatizar o processo de encaminhamentos médicos de clínicos gerais para especialistas em otorrinolaringologia.
Su; Wu; Gu; Yang; Deng; Khakimova, 2021	An Adaptive Deep Ensemble Learning Method for Dynamic Evolving Diagnostic Task Scenarios	O estudo combina o Deep Ensemble Model (DEM) e o Tree-structured Parzen Estimator (TPE) na proposta de um método de aprendizado de conjunto profundo adaptativo (TPE-DEM) para cenários de tarefas de diagnóstico em evolução dinâmica. O estudo fornece uma nova abordagem para modelos de aprendizado de máquina simples e compreensíveis em tarefas com conjuntos de dados variáveis e conjuntos de recursos.
Oh; Im; Kang; Oh; Kim, 2021	PET-Based Deep-Learning Model for Predicting Prognosis of Patients With Non-Small Cell Lung Cancer	A inteligência artificial pode ajudar o médico a identificar rapidamente informações importantes da vasta quantidade de informações médicas, incluindo tomografia por emissão de pósitrons (PET). Neste estudo, são comparados modelos de extração de características de imagem e modelos de estimativa de sobrevivência para determinar um modelo ideal que extraia efetivamente características relacionadas ao tempo de sobrevivência.
Carvalho; Gioppato; Fernandez; Trindade; Silva; Miranda; Souza; Nadruz; Avila; Sposito, 2020	Machine Learning Improves the Identification of Individuals With Higher Morbidity and Avoidable Health Costs After Acute Coronary Syndromes	O estudo tem como objetivo prever o risco de eventos cardiovasculares adversos maiores/menores (MACE) e estimar os custos relacionados à assistência.
Shunmei, 2022	Research on APP development and design for personalized bio-health management from the perspective of digital health	Apresenta uma proposta de APP voltado para o atendimento nutricional personalizado de pacientes oncológicos internados em hospitais e seus acompanhantes. O APP consiste em um tipo de plataforma de cozinha compartilhada, que integra pacientes, seus familiares e equipes de saúde através do compartilhamento de informações relacionadas à refeições e alimentos.
Taneja; Kulkarni; Sinha; Dindigal, 2023	Digital Technology in Hospital Administration: A Strategic Choice	O estudo apresenta considerações sobre sistemas de TI de saúde indiano. É discutida a linha do tempo das tecnologias digitais na administração hospitalar, os aplicativos administrativos e a importância da qualidade clínica na saúde.