

SAÚDE DIGITAL

Inovações, Práticas
— e Tendências —



ORGANIZADORES

ANTÔNIO VEIMAR DA SILVA
CARLA MICHELLE DA SILVA
DANIELA DA SILVA BARBOZA GREGÓRIO

SAÚDE DIGITAL

Inovações, Práticas
— e Tendências —



ORGANIZADORES

ANTÔNIO VEIMAR DA SILVA
CARLA MICHELLE DA SILVA
DANIELA DA SILVA BARBOZA GREGÓRIO



Editora
MultiAtual

© 2026 – Editora MultiAtual

www.editoramultiatual.com.br

editoramultiatual@gmail.com

Organizadores

Antônio Veimar da Silva

Jossiane Soares Santos

Jackeline Cardoso Lemos

José Leonardo Diniz de Melo Santos

Clécio de Carvalho Abreu

Josiana Manuela da Silva Obnesorg

Editor Chefe: Jader Luís da Silveira

Editoração e Arte: Resiane Paula da Silveira

Capa: Freepik/MultiAtual

Revisão: Respective autores dos artigos

Conselho Editorial

Ma. Heloisa Alves Braga, Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, SEE-MG

Me. Ricardo Ferreira de Sousa, Universidade Federal do Tocantins, UFT

Me. Guilherme de Andrade Ruela, Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF

Esp. Rícael Spirandeli Rocha, Instituto Federal Minas Gerais, IFMG

Ma. Luana Ferreira dos Santos, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Ma. Ana Paula Cota Moreira, Fundação Comunitária Educacional e Cultural de João Monlevade, FUNCEC

Me. Camilla Mariane Menezes Souza, Universidade Federal do Paraná, UFPR

Ma. Jocilene dos Santos Pereira, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Ma. Tatiany Michelle Gonçalves da Silva, Secretaria de Estado do Distrito Federal, SEE-DF

Dra. Haiany Aparecida Ferreira, Universidade Federal de Lavras, UFLA

Me. Arthur Lima de Oliveira, Fundação Centro de Ciências e Educação Superior à Distância do Estado do RJ, CECIERJ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Saúde Digital: inovações, práticas e tendências

S586s / Antônio Veimar da Silva; Carla Michelle da Silva; Daniela da Silva Barboza Gregório (organizadores). – Formiga (MG): Editora MultiAtual, 2026. 212 p. : il.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-6009-234-1

DOI: 10.29327/5808730

1. Saúde Digital. 2. Inovações, práticas e tendências. I. Silva, Antônio Veimar da. II. Silva, Carla Michelle da. III. Gregório, Daniela da Silva Barboza. IV. Título.

CDD: 615.8

CDU: 614

Os artigos, seus conteúdos, textos e contextos que participam da presente obra apresentam responsabilidade de seus autores.

Downloads podem ser feitos com créditos aos autores. São proibidas as modificações e os fins comerciais.

Proibido plágio e todas as formas de cópias.

Editora MultiAtual

CNPJ: 35.335.163/0001-00

Telefone: +55 (37) 99855-6001

www.editoramultiatual.com.br

editoramultiatual@gmail.com

Formiga - MG

Catálogo Geral: <https://editoras.grupomultiatual.com.br/>

Acesse a obra originalmente publicada em:

<https://www.editoramultiatual.com.br/2026/03/saude-digital-inovacoes-praticas-e.html>



**SAÚDE DIGITAL:
INOVAÇÕES, PRÁTICAS E TENDÊNCIAS**

SAÚDE DIGITAL: INOVAÇÕES, PRÁTICAS E TENDÊNCIAS

Organizadores

ANTÔNIO VEIMAR DA SILVA

CARLA MICHELLE DA SILVA

DANIELA DA SILVA BARBOZA GREGÓRIO

Autores

Antônio Veimar da Silva

Carla Michelle da Silva

Daniela da Silva Barboza Gregório

Francisco Carneiro da Silva

Gerson Menezes Velloso

Josué Moura Telles

Leandro Paim da Cruz Carvalho

Patricia Alves Marques Heringer

Rogério Luis Souza Carvalho

Viviane Mesquita de Oliveira Zahn

APRESENTAÇÃO

Este livro nasce da compreensão de que a saúde contemporânea atravessa uma transformação estrutural impulsionada pelas tecnologias digitais. Ao longo dos capítulos, buscou-se analisar de forma crítica e fundamentada como a digitalização reconfigura práticas assistenciais, modelos de gestão, formação profissional e relações éticas no cuidado. Mais do que um mapeamento de ferramentas, a obra propõe uma reflexão integrada sobre os impactos da inovação tecnológica na construção de um sistema de saúde mais eficiente, acessível e humano.

Desde o primeiro capítulo, dedicado à Saúde Digital na era contemporânea, evidencia-se que a transformação não se limita à adoção de dispositivos ou plataformas, mas envolve mudanças profundas na organização do Sistema Único de Saúde, na governança de dados e na coordenação do cuidado. A discussão sobre infraestrutura digital, telemedicina, ecossistemas de inovação e desafios regulatórios estabelece a base conceitual que sustenta toda a obra, articulando tecnologia, política pública e equidade social.

Nos capítulos seguintes, a atenção volta-se às tecnologias assistivas, aos sistemas digitais de gestão do cuidado e à segurança do paciente, demonstrando como a inovação pode ampliar autonomia, reduzir riscos e qualificar processos assistenciais. Ao tratar de prontuários eletrônicos, monitoramento remoto e integração de dados, o livro reforça que a eficiência tecnológica deve caminhar lado a lado com responsabilidade ética e compromisso com a proteção das informações sensíveis.

A obra também avança para campos altamente especializados, como robótica cirúrgica, implantodontia digital e biotecnologia aplicada à regeneração óssea, evidenciando que a inovação biomédica contemporânea combina precisão tecnológica, conhecimento molecular e fluxos digitais integrados. Nesses contextos, a discussão ultrapassa o entusiasmo técnico e problematiza aspectos formativos, regulatórios e de responsabilidade profissional.

No campo da oncologia, das intervenções psicológicas mediadas por tecnologia e da inteligência artificial aplicada à saúde mental, o livro amplia o debate ao incorporar dimensões subjetivas, relacionais e éticas. A análise da telepsicologia, dos agentes virtuais e dos algoritmos na prática clínica demonstra que a inovação não elimina o humano, mas redefine suas formas de presença, vínculo e cuidado.

Outro eixo estruturante da obra é a formação profissional. Ao discutir educação em saúde digital, competências tecnológicas e aprendizagem interprofissional, o texto reafirma que nenhuma transformação tecnológica se sustenta sem profissionais preparados para atuar de forma crítica, ética e tecnicamente qualificada. A formação emerge, assim, como elemento estratégico para garantir que a tecnologia permaneça instrumento e não finalidade do cuidado.

Ao longo dos capítulos, mantém-se como fio condutor a preocupação com equidade, sustentabilidade e governança. A digitalização pode fortalecer o SUS, ampliar acesso e qualificar decisões baseadas em dados; contudo, também pode ampliar desigualdades se não for acompanhada de políticas públicas integradas, infraestrutura adequada e regulação consistente. Essa tensão entre potencial e risco atravessa toda a construção argumentativa do livro.

Esta obra, portanto, convida o leitor a compreender a saúde digital como processo histórico em construção, marcado por avanços significativos e desafios complexos. Ao integrar fundamentos teóricos, evidências científicas e análise crítica, busca-se contribuir para o debate acadêmico e profissional, oferecendo subsídios para uma prática em saúde que seja, ao mesmo tempo, tecnologicamente avançada, socialmente justa e profundamente humana.

Os autores.

SUMÁRIO

Capítulo 1		
SAÚDE NA ERA DIGITAL: AVANÇOS, DESAFIOS E POSSIBILIDADES		
<i>Josué Moura Telles; Antônio Veimar da Silva; Gerson Menezes Velloso; Carla Michelle da Silva</i>		12
Capítulo 2		
DISPOSITIVOS ASSISTIVOS E TECNOLOGIAS DE APOIO À FUNCIONALIDADE		29
<i>Antônio Veimar da Silva; Leandro Paim da Cruz Carvalho; Josué Moura Telles</i>		
Capítulo 3		
SISTEMAS DIGITAIS PARA GESTÃO DO CUIDADO E SEGURANÇA DO PACIENTE		45
<i>Antônio Veimar da Silva; Daniela da Silva Barboza Gregório; Josué Moura Telles</i>		
Capítulo 4		
APPS E PLATAFORMAS DIGITAIS PARA PRESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DE TREINOS		61
<i>Antônio Veimar da Silva; Leandro Paim da Cruz Carvalho</i>		
Capítulo 5		
ROBÓTICA APLICADA A CIRURGIAS E PROCEDIMENTOS MÉDICOS		78
<i>Viviane Mesquita de Oliveira Zahn</i>		
Capítulo 6		
GESTÃO DE INFORMAÇÕES EM SAÚDE E PRONTUÁRIOS ELETRÔNICOS		94
<i>Patricia Alves Marques Heringer; Rogério Luis Souza Carvalho; Josué Moura Telles; Antônio Veimar da Silva</i>		
Capítulo 7		
APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS NO MONITORAMENTO DE PACIENTES ONCOLÓGICOS		110
<i>Antônio Veimar da Silva; Rogério Luis Souza Carvalho; Josué Moura Telles</i>		
Capítulo 8		
BIOTECNOLOGIA E REGENERAÇÃO ÓSSEA: MECANISMOS MITOCONDRIAIS E O PAPEL DO NADH NA IMPLANTODONTIA DIGITAL		124
<i>Viviane Mesquita de Oliveira Zahn</i>		
Capítulo 9		
TECNOLOGIAS DIGITAIS NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS EM SAÚDE		140
<i>Antônio Veimar da Silva; Rogério Luis Souza Carvalho; Carla Michelle da Silva</i>		
Capítulo 10		
TELEPSICOLOGIA E INTERVENÇÕES PSICOLÓGICAS MEDIADAS POR TECNOLOGIA		155
<i>Antônio Veimar da Silva</i>		
Capítulo 11		
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E OS NOVOS CAMINHOS NOS ATENDIMENTOS PSICOLÓGICOS		171
<i>Antônio Veimar da Silva; Francisco Carneiro da Silva</i>		

Capítulo 12

PERSPECTIVAS FUTURAS DA SAÚDE DIGITAL NO BRASIL

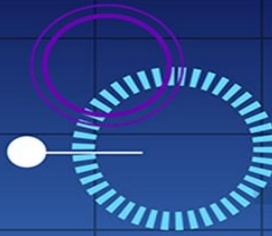
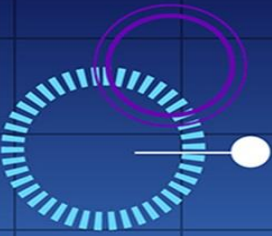
Carla Michelle da Silva; Rogério Luis Souza Carvalho; Josué Moura Telles; Antônio Veimar da Silva **190**

CURRÍCULO DOS ORGANIZADORES

209

CURRÍCULO DOS AUTORES

211



CAPÍTULO 1

SAÚDE NA ERA DIGITAL: AVANÇOS, DESAFIOS E POSSIBILIDADES

Josué Moura Telles

Antônio Veimar da Silva

Gerson Menezes Velloso

Carla Michelle da Silva

1. Introdução

A saúde na era digital representa uma das transformações mais significativas do século XXI, marcada pela incorporação intensa de tecnologias da informação e comunicação nos processos assistenciais, educativos e administrativos. A consolidação da sociedade em rede e o avanço da conectividade modificaram profundamente a forma como o cuidado é planejado, ofertado e monitorado, deslocando o modelo tradicional centrado exclusivamente no atendimento presencial para um sistema mais dinâmico, interativo e tecnológico (Vilaça; Araújo, 2016). Esse cenário evidencia que a saúde não está isolada das transformações sociais mais amplas, mas integrada a um contexto de digitalização crescente que redefine práticas e relações institucionais (Brito *et al.*, 2024). Nesse contexto, o conceito de saúde digital emerge como um campo multidimensional que envolve telemedicina, inteligência artificial, dispositivos móveis, big data e sistemas

integrados de informação em saúde. Mais do que a simples utilização de ferramentas tecnológicas, trata-se de uma reorganização estrutural do cuidado e da gestão, que incorpora a lógica da inovação contínua e da conectividade permanente. A noção de metapresencialidade amplia essa compreensão ao indicar que o cuidado pode ocorrer para além da presença física, integrando ambientes digitais e físicos em uma experiência ampliada de atenção à saúde (Almeida Filho, 2024).

As tecnologias emergentes, como a inteligência artificial e a internet das coisas, têm desempenhado papel central na consolidação da chamada Saúde 4.0, promovendo diagnósticos mais precisos, monitoramento remoto e maior eficiência na gestão hospitalar. A integração de algoritmos preditivos, prontuários eletrônicos inteligentes e dispositivos vestíveis permite um acompanhamento mais individualizado do paciente, contribuindo para decisões clínicas mais seguras e baseadas em dados. Esse movimento não apenas amplia a capacidade técnica do sistema de saúde, mas também inaugura novas possibilidades de personalização do cuidado (Lottenberg; Silva; Klajner, 2019; Santos *et al.*, 2023).

A telemedicina, por sua vez, consolidou-se como uma das expressões mais visíveis da transformação digital, especialmente após os desafios impostos pela pandemia. Sua expansão favoreceu a ampliação do acesso aos serviços de saúde, principalmente em regiões remotas ou com escassez de profissionais especializados (Pereira Júnior, 2025). Ao permitir consultas, monitoramento e orientações à distância, essa modalidade contribui para a democratização do cuidado e para a otimização de recursos no Sistema Único de Saúde, ainda que enfrente desafios regulatórios e estruturais importantes (Bertotti; Blanchet, 2021).

A transformação digital também impacta diretamente a formação e o trabalho dos profissionais da saúde. O ensino superior passou a incorporar metodologias ativas mediadas por tecnologias digitais, ambientes virtuais de aprendizagem e simulações clínicas avançadas, exigindo novas competências técnicas e éticas. Paralelamente, a prática profissional é reconfigurada por sistemas informatizados, inteligência artificial aplicada à enfermagem e novas dinâmicas organizacionais, que demandam atualização constante e adaptação às inovações tecnológicas (Barbosa, 2016; Pereira *et al.*, 2025). Entretanto, os avanços tecnológicos trazem consigo desafios éticos e bioéticos relevantes, especialmente no que se refere à proteção de dados, à confidencialidade das informações e à responsabilidade profissional em ambientes digitais (Carlotto; Dinis, 2018). O uso de

tecnologias na promoção da saúde exige reflexão crítica sobre limites, riscos e implicações sociais, evitando que a inovação se sobreponha aos princípios fundamentais da dignidade humana e da equidade no acesso aos serviços. A incorporação das TICs deve estar alinhada a valores éticos sólidos que garantam segurança e justiça social (Souza *et al.*, 2025).

Outro aspecto fundamental refere-se às desigualdades digitais que ainda persistem no país, afetando principalmente populações vulneráveis, idosos e trabalhadores da atenção básica. A inclusão digital torna-se elemento central para que os benefícios da saúde tecnológica sejam efetivamente universais, evitando a ampliação de assimetrias já existentes. Além disso, a adaptação dos profissionais e das comunidades às novas ferramentas digitais exige investimentos estruturais e políticas públicas consistentes, que considerem as realidades locais e as condições de trabalho no contexto da saúde digital (Araújo; Cândido; Araújo, 2021; Santos *et al.*, 2024). Diante desse cenário, este capítulo tem como objetivo analisar os avanços, desafios e possibilidades da saúde na era digital, discutindo suas implicações assistenciais, educacionais, éticas e sociais. Busca-se compreender como a incorporação das tecnologias emergentes pode contribuir para um sistema de saúde mais eficiente, acessível e humanizado, ao mesmo tempo em que se reconhecem os limites e as responsabilidades que acompanham esse processo de transformação estrutural.

2. Conceitos e Fundamentos da Saúde Digital e Saúde 4.0

A saúde digital pode ser compreendida como um campo interdisciplinar que integra tecnologias da informação e comunicação aos processos assistenciais, gerenciais e educativos em saúde (Vilaça; Araújo, 2016). Não se trata apenas da informatização de serviços, mas de uma reorganização estrutural baseada na conectividade, na interoperabilidade de sistemas e no uso estratégico de dados para tomada de decisão clínica e administrativa. Esse movimento acompanha as transformações da sociedade contemporânea e redefine a forma como o cuidado é produzido e compartilhado (Silva *et al.*, 2025). Nesse cenário, a noção de metapresencialidade amplia o entendimento tradicional do cuidado, ao reconhecer que a presença em saúde não se limita ao contato físico direto. A interação entre profissional e paciente passa a ocorrer também em ambientes digitais, síncronos e assíncronos, criando uma experiência híbrida de atenção

que combina presencialidade e virtualidade. Essa perspectiva aponta para uma ampliação do espaço clínico, que se estende para além das instituições físicas e se integra às dinâmicas digitais da vida cotidiana (Almeida Filho, 2024).

A Saúde 4.0 surge como desdobramento desse processo, inspirada nos princípios da Indústria 4.0, caracterizando-se pela automação inteligente, integração de sistemas, análise massiva de dados e uso de tecnologias como inteligência artificial e internet das coisas (Lottenberg; Silva; Klajner, 2019). Essa abordagem busca maior eficiência operacional, precisão diagnóstica e personalização do cuidado, promovendo um modelo centrado no paciente e sustentado por evidências geradas em tempo real. Trata-se de uma transformação estrutural que impacta desde a gestão hospitalar até o acompanhamento domiciliar (Santos *et al.*, 2023). A transformação digital no setor saúde não ocorre de maneira isolada, mas está inserida em um contexto mais amplo de inovação organizacional e mudança cultural. A digitalização exige novas competências profissionais, revisão de fluxos de trabalho e adaptação institucional, além de investimentos em infraestrutura tecnológica e segurança da informação. O processo envolve tanto avanços técnicos quanto reconfigurações nos modos de produzir cuidado e gerir sistemas públicos e privados (Francesconi *et al.*, 2025; Bertotti; Blanchet, 2021).

No âmbito da saúde coletiva, a incorporação das tecnologias digitais amplia as possibilidades de vigilância epidemiológica, monitoramento populacional e formulação de políticas públicas baseadas em dados (Brito *et al.*, 2024). Sistemas integrados permitem identificar padrões de adoecimento, otimizar recursos e desenvolver estratégias preventivas mais eficazes. Assim, a saúde digital fortalece a capacidade analítica do Estado e contribui para decisões mais assertivas em contextos complexos (Silva *et al.*, 2025). Entretanto, a saúde coletiva na era digital também enfrenta desafios relacionados à equidade e ao acesso. A universalização das tecnologias depende de políticas públicas consistentes e de estratégias que considerem as desigualdades sociais e regionais (Bertotti; Blanchet, 2021). A inclusão digital torna-se elemento estruturante para garantir que a inovação tecnológica não aprofunde assimetrias históricas, especialmente no contexto do Sistema Único de Saúde (Santos *et al.*, 2024).

As bases teóricas da inovação tecnológica em saúde estão associadas à compreensão de que tecnologia e sociedade se influenciam mutuamente. A incorporação de ferramentas digitais modifica práticas profissionais, mas também é moldada por valores éticos, culturais e políticos. Dessa forma, a inovação não pode ser entendida

apenas como avanço técnico, mas como fenômeno social que exige análise crítica e responsabilidade coletiva (Vilaça; Araújo, 2016; Carlotto; Dinis, 2018). A inteligência artificial destaca-se como um dos pilares conceituais da Saúde 4.0, ao permitir análises preditivas, apoio à decisão clínica e automatização de processos administrativos (Souza *et al.*, 2025). Seu uso amplia a capacidade diagnóstica e contribui para maior eficiência nos serviços, mas também suscita debates sobre autonomia profissional, responsabilidade e transparência algorítmica. O avanço dessa tecnologia exige equilíbrio entre inovação e regulação adequada (Zahn *et al.*, 2025).

Outro elemento fundamental da transformação digital é a integração de dispositivos móveis e sistemas de monitoramento remoto, que fortalecem o cuidado contínuo e a corresponsabilização do paciente em relação à própria saúde (Silva *et al.*, 2024). A conectividade permanente permite acompanhamento em tempo real, reduz interações evitáveis e melhora a gestão de condições crônicas. Esse modelo contribui para um cuidado mais preventivo e centrado na pessoa (Ferlini; Bambirra; Macedo, 2023). Dessa forma, os conceitos e fundamentos da saúde digital e da Saúde 4.0 revelam um processo complexo de reestruturação do setor saúde, que combina inovação tecnológica, reorganização institucional e redefinição das práticas assistenciais (Almeida Filho, 2024). Ao integrar metapresencialidade, inteligência artificial, sistemas inteligentes e estratégias de saúde coletiva, consolida-se um novo paradigma de cuidado, no qual tecnologia e humanização precisam caminhar de forma articulada e ética (Francesconi *et al.*, 2025).

3. Tecnologias Emergentes na Assistência e na Gestão em Saúde

As tecnologias emergentes têm redefinido profundamente os modos de assistência e gestão em saúde, introduzindo ferramentas capazes de ampliar a precisão diagnóstica, otimizar fluxos de trabalho e qualificar a tomada de decisão clínica (Lottenberg; Silva; Klajner, 2019). A incorporação de sistemas inteligentes, dispositivos conectados e plataformas digitais inaugura um cenário no qual o cuidado se torna mais integrado, monitorado e orientado por dados. Essa transformação evidencia a consolidação da Saúde 4.0 como paradigma organizador dos serviços contemporâneos (Silva *et al.*, 2025).

A Inteligência Artificial (IA) destaca-se como uma das principais inovações na prática clínica, especialmente no apoio ao diagnóstico por imagem, na análise de exames laboratoriais e na predição de riscos clínicos. Algoritmos de aprendizado de máquina são

capazes de identificar padrões complexos em grandes volumes de dados, contribuindo para decisões mais rápidas e assertivas. Essa aplicação não substitui o profissional, mas amplia sua capacidade analítica e reduz margens de erro, fortalecendo a segurança do paciente (Souza *et al.*, 2025). Na prática cirúrgica, a IA tem sido integrada a sistemas robóticos e plataformas de apoio à decisão intraoperatória, possibilitando maior precisão técnica e redução de complicações. A combinação entre inteligência algorítmica e habilidade humana amplia a eficiência dos procedimentos, ao mesmo tempo em que exige qualificação especializada e protocolos rigorosos de segurança. O uso dessas tecnologias representa um avanço significativo, mas também demanda reflexão ética e regulatória contínua (Zahn *et al.*, 2025).

No campo da Enfermagem, a integração da IA vem transformando a organização do cuidado e o monitoramento de pacientes. Sistemas inteligentes auxiliam na classificação de risco, na priorização de atendimentos e na gestão de prontuários eletrônicos, contribuindo para maior agilidade e racionalização das atividades assistenciais. Essa inovação fortalece a autonomia profissional e aprimora a qualidade do cuidado, desde que acompanhada de formação adequada e supervisão ética. Entretanto, a aplicação da IA na prática profissional também levanta questionamentos sobre responsabilidade técnica, transparência algorítmica e proteção de dados sensíveis. A automatização de processos exige critérios claros de validação científica e mecanismos de controle que garantam confiabilidade e respeito à dignidade humana. O avanço tecnológico precisa estar alinhado a princípios éticos que sustentem a prática assistencial (Pereira *et al.*, 2025; Souza *et al.*, 2025).

A Internet das Coisas (IoT) representa outro eixo central das tecnologias emergentes na saúde, permitindo a conexão entre dispositivos médicos, sensores e sistemas hospitalares. Equipamentos integrados possibilitam monitoramento em tempo real de sinais vitais, controle de estoques e rastreamento de equipamentos, promovendo maior eficiência operacional (Lottenberg; Silva; Klajner, 2019). Essa conectividade amplia a capacidade de resposta dos serviços e reduz desperdícios, especialmente em ambientes hospitalares complexos (Santos *et al.*, 2023). No contexto domiciliar, a IoT viabiliza o acompanhamento remoto de pacientes com doenças crônicas por meio de dispositivos vestíveis e sensores inteligentes. Esse modelo favorece o cuidado contínuo, reduz internações evitáveis e fortalece a corresponsabilização do paciente na gestão da própria

saúde. A integração entre tecnologia e rotina cotidiana contribui para um modelo mais preventivo e centrado na pessoa (Silva *et al.*, 2024).

Os dispositivos digitais e a saúde móvel, também conhecidos como mHealth, ampliaram significativamente o acesso à informação e aos serviços de saúde. Aplicativos, plataformas de telemonitoramento e sistemas de agendamento online facilitam a comunicação entre profissionais e usuários, tornando o cuidado mais acessível e dinâmico. Essa expansão digital contribui para maior autonomia do paciente e para o fortalecimento do vínculo assistencial mediado por tecnologia (Marengo *et al.*, 2023). A utilização de tecnologias móveis também impacta positivamente a promoção da saúde e a prevenção de doenças, permitindo campanhas digitais, monitoramento de hábitos e acompanhamento personalizado de tratamentos. Contudo, a eficácia dessas ferramentas depende de políticas de inclusão digital e de estratégias que garantam acesso equitativo às tecnologias. Sem esses cuidados, a inovação pode aprofundar desigualdades existentes (Ferlini; Bambirra; Macedo, 2023).

No âmbito da administração hospitalar, a transformação digital tem promovido maior eficiência na gestão de recursos, na organização de processos internos e na análise estratégica de dados. Sistemas informatizados permitem controle financeiro, planejamento de estoques, otimização de leitos e monitoramento de indicadores de desempenho em tempo real. Essa modernização fortalece a sustentabilidade institucional e contribui para decisões gerenciais mais fundamentadas (Santos *et al.*, 2023). Assim, as tecnologias emergentes na assistência e na gestão em saúde configuram um cenário de profundas mudanças estruturais, no qual inteligência artificial, internet das coisas e dispositivos móveis se articulam para produzir um cuidado mais eficiente, integrado e personalizado. Contudo, a consolidação desse modelo exige regulação adequada, qualificação profissional e compromisso ético, garantindo que a inovação tecnológica esteja a serviço da qualidade e da humanização do cuidado (Francesconi *et al.*, 2025; Silva *et al.*, 2025).

4. Telemedicina e Ampliação do Acesso ao Cuidado

A telemedicina consolidou-se como uma das principais expressões da transformação digital na saúde, redefinindo a forma como o cuidado é ofertado e ampliando as possibilidades de atendimento à distância. Inicialmente utilizada de forma

pontual para emissão de laudos e apoio diagnóstico, sua evolução acompanhou o avanço das tecnologias de comunicação, tornando-se instrumento estratégico na organização dos sistemas de saúde contemporâneos (Pereira Júnior, 2025). A expansão da telemedicina foi significativamente acelerada em contextos de crise sanitária, evidenciando sua capacidade de manter a continuidade do cuidado mesmo diante de restrições de mobilidade e sobrecarga dos serviços presenciais. Esse movimento impulsionou regulamentações emergenciais e consolidou novas práticas assistenciais mediadas por plataformas digitais, ampliando a legitimidade dessa modalidade de atenção (Abreu; Carvalho, 2021).

Do ponto de vista estrutural, a telemedicina contribui para a descentralização dos serviços de saúde, permitindo que pacientes em áreas remotas tenham acesso a especialistas localizados em grandes centros urbanos. Essa conectividade reduz desigualdades regionais e fortalece a integralidade do cuidado, especialmente em sistemas públicos que enfrentam desafios de distribuição de profissionais (Bertotti; Blanchet, 2021). Entretanto, a consolidação da telemedicina exige enfrentamento de questões éticas e jurídicas relacionadas à confidencialidade das informações, à proteção de dados pessoais e à responsabilidade profissional. A mediação tecnológica não elimina a obrigação ética do cuidado, sendo necessário garantir segurança, sigilo e qualidade nas interações digitais entre profissionais e pacientes (Oliveira *et al.*, 2020). A regulamentação da prática teleassistencial demanda marcos legais claros que definam competências, limites de atuação e critérios de validação das plataformas utilizadas. A ausência de normativas bem estruturadas pode gerar insegurança jurídica tanto para os profissionais quanto para os usuários dos serviços. Assim, o avanço da telemedicina precisa caminhar lado a lado com mecanismos de controle e fiscalização adequados (Pereira Júnior, 2025).

No contexto do envelhecimento populacional, a teleassistência apresenta-se como ferramenta estratégica para acompanhamento contínuo de idosos, especialmente aqueles com doenças crônicas. O monitoramento remoto de sinais vitais, consultas virtuais e acompanhamento multidisciplinar contribuem para maior autonomia e prevenção de complicações clínicas. Contudo, a inserção de idosos em ambientes digitais requer políticas de inclusão tecnológica e suporte adequado para uso das ferramentas. Barreiras relacionadas à alfabetização digital, acesso à internet e limitações cognitivas podem comprometer a efetividade da teleassistência. Portanto, a ampliação do cuidado mediado

por tecnologia deve considerar as especificidades dessa população (Araújo; Cândido; Araújo, 2021).

A telemedicina também amplia o acesso à medicina de qualidade ao reduzir custos indiretos, como deslocamento e tempo de espera, favorecendo maior resolutividade em casos de baixa e média complexidade. A possibilidade de segunda opinião médica e de acompanhamento especializado à distância fortalece a equidade no acesso aos serviços de saúde (Ferlini; Bambirra; Macedo, 2023). Além disso, a integração da telemedicina com sistemas digitais mais amplos, como prontuários eletrônicos e plataformas de inteligência artificial, potencializa diagnósticos e acompanhamento clínico mais eficiente. Essa articulação tecnológica favorece decisões baseadas em evidências e amplia a capacidade de monitoramento longitudinal dos pacientes (Lottenberg; Silva; Klajner, 2019).

A experiência do paciente também é impactada positivamente pela telemedicina, especialmente no que se refere à comodidade, agilidade e continuidade do cuidado. A possibilidade de atendimento em ambiente familiar contribui para maior conforto e adesão ao tratamento, fortalecendo o vínculo terapêutico mesmo em contextos virtuais (Santos, 2025). Por outro lado, é necessário reconhecer que a mediação tecnológica pode gerar sensação de distanciamento ou fragilidade na comunicação clínica, caso não haja preparo adequado dos profissionais para condução humanizada das consultas virtuais. A qualidade da escuta, a empatia e a clareza na comunicação permanecem elementos centrais do cuidado, independentemente do meio utilizado (Almeida Filho, 2024). Dessa forma, a telemedicina configura-se como ferramenta potente de ampliação do acesso ao cuidado, promovendo maior equidade, eficiência e integração dos serviços. No entanto, sua consolidação depende de regulamentação adequada, inclusão digital, formação profissional qualificada e compromisso ético, garantindo que a tecnologia seja instrumento de fortalecimento, e não de fragilização, da relação terapêutica (Francesconi *et al.*, 2025).

5. Educação em Saúde na Era Digital

A educação em saúde na era digital passa por um processo de reconfiguração estrutural que acompanha as transformações tecnológicas do setor assistencial. A incorporação de ambientes virtuais de aprendizagem, plataformas digitais e recursos multimídia modifica não apenas as estratégias pedagógicas, mas também a própria

concepção de ensino e aprendizagem. Nesse cenário, a formação profissional deixa de ser centrada exclusivamente na transmissão de conteúdo e passa a valorizar competências digitais, pensamento crítico e capacidade de adaptação às inovações tecnológicas (Vilaça; Araújo, 2016; Bezerra *et al.*, 2024).

No ensino superior em saúde, as tecnologias digitais ampliam o acesso a materiais didáticos, simuladores clínicos, laboratórios virtuais e bancos de dados científicos. Essas ferramentas favorecem maior integração entre teoria e prática, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades técnicas em ambientes controlados antes da atuação direta com pacientes. A inovação tecnológica, nesse contexto, contribui para formação mais dinâmica e alinhada às demandas contemporâneas do setor (Barbosa, 2016).

As metodologias ativas ganham destaque nesse processo, ao promoverem protagonismo estudantil e aprendizagem baseada em problemas reais. Recursos digitais, como plataformas interativas e sistemas colaborativos online, potencializam estratégias como sala de aula invertida, estudos de caso e simulações clínicas. Esse movimento fortalece a autonomia do estudante e estimula o desenvolvimento de competências clínicas e éticas essenciais à prática profissional (Costa, 2024). A integração entre tecnologia e metodologias ativas também favorece a construção de conhecimento interdisciplinar, elemento central na formação em saúde. A articulação entre diferentes áreas do saber, mediada por ambientes digitais, amplia a compreensão sistêmica do cuidado e prepara o futuro profissional para atuar em contextos complexos e tecnologicamente mediados (Santos; Franqueira, 2024). Entretanto, a adoção de tecnologias educacionais exige investimento em infraestrutura adequada e capacitação docente contínua. A resistência à mudança, a falta de preparo técnico e a desigualdade de acesso a equipamentos podem comprometer a efetividade das estratégias digitais. Assim, a transformação educacional demanda planejamento institucional e políticas de incentivo à inovação pedagógica (Bezerra *et al.*, 2024).

A inclusão digital constitui elemento estruturante para garantir que a educação em saúde na era tecnológica seja efetivamente democrática. Estudantes provenientes de contextos socioeconômicos vulneráveis podem enfrentar dificuldades de acesso à internet e a dispositivos adequados, o que impacta diretamente seu desempenho acadêmico. Portanto, a equidade no acesso às tecnologias é condição indispensável para a consolidação de uma formação inclusiva e de qualidade (Costa, 2024). Além disso, a formação profissional precisa contemplar aspectos éticos relacionados ao uso de

tecnologias emergentes, como inteligência artificial e sistemas digitais de informação em saúde. A compreensão crítica sobre privacidade, proteção de dados e responsabilidade profissional deve integrar o currículo, preparando o estudante para atuar de maneira consciente em ambientes digitais complexos (Souza *et al.*, 2025).

O impacto das tecnologias emergentes na formação profissional também se manifesta na necessidade de desenvolvimento de novas competências, como análise de dados, uso de sistemas informatizados e interpretação de relatórios gerados por algoritmos. O profissional de saúde contemporâneo deve ser capaz de dialogar com ferramentas digitais sem perder a centralidade do cuidado humano (Pereira *et al.*, 2025). A aproximação entre educação digital e prática assistencial favorece ainda a atualização permanente dos profissionais já inseridos no mercado de trabalho. Plataformas online, cursos a distância e programas de educação continuada ampliam oportunidades de qualificação e contribuem para adaptação às rápidas mudanças tecnológicas do setor saúde (Francesconi *et al.*, 2025).

Dessa maneira, a educação em saúde na era digital configura-se como espaço estratégico para consolidação de um modelo de formação crítico, inovador e socialmente comprometido. A integração entre tecnologias, metodologias ativas e inclusão digital deve ocorrer de maneira planejada e ética, garantindo que o avanço tecnológico fortaleça a qualidade da formação profissional e a humanização do cuidado (Santos; Franqueira, 2024).

6. Desafios Éticos, Bioéticos e Sociais da Saúde Digital

A expansão da saúde digital impõe reflexões éticas que ultrapassam a dimensão técnica da inovação, exigindo análise crítica sobre os impactos sociais e humanos do uso das tecnologias. A incorporação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no cuidado em saúde modifica relações, redefine responsabilidades e cria novos dilemas morais que precisam ser enfrentados com rigor conceitual e normativo (Carlotto; Dinis, 2018). A bioética, nesse contexto, assume papel central ao orientar decisões relacionadas à autonomia, beneficência, não maleficência e justiça. O uso de sistemas digitais para diagnóstico, monitoramento e gestão de dados deve respeitar princípios fundamentais que garantam a dignidade humana e a equidade no acesso aos serviços. A inovação

tecnológica, portanto, não pode ser dissociada da responsabilidade ética (Souza *et al.*, 2025).

A integração de inteligência artificial aos processos clínicos suscita questionamentos sobre responsabilidade profissional em casos de erro ou falha algorítmica. A tomada de decisão mediada por sistemas automatizados exige clareza quanto aos limites da tecnologia e à centralidade do julgamento humano, evitando delegação acrítica de decisões sensíveis a mecanismos computacionais (Zahn *et al.*, 2025).

Outro desafio relevante refere-se à proteção de dados pessoais e informações sensíveis dos pacientes. O armazenamento massivo de dados clínicos em plataformas digitais amplia riscos de vazamentos, uso indevido e exposição indevida de informações privadas. Garantir segurança da informação torna-se condição indispensável para manutenção da confiança no sistema de saúde digital (Oliveira *et al.*, 2020). A confidencialidade, tradicionalmente assegurada no espaço físico da consulta, precisa ser reforçada em ambientes virtuais, nos quais a circulação de dados ocorre em múltiplas plataformas e servidores. A adoção de protocolos de criptografia, controle de acesso e auditoria digital é essencial para minimizar riscos e assegurar integridade das informações (Souza *et al.*, 2025). Além da dimensão técnica, a proteção de dados envolve também aspectos jurídicos que demandam regulamentação clara e mecanismos de fiscalização eficazes. A ausência de normas específicas ou sua aplicação insuficiente pode fragilizar direitos dos usuários e comprometer a legitimidade das práticas digitais em saúde (Pereira Júnior, 2025).

As desigualdades sociais constituem outro ponto crítico na consolidação da saúde digital. O acesso desigual à internet de qualidade, a dispositivos tecnológicos e à alfabetização digital pode ampliar disparidades já existentes no sistema de saúde. Sem políticas de inclusão consistentes, a inovação tecnológica corre o risco de beneficiar apenas parcelas privilegiadas da população (Bertotti; Blanchet, 2021). No caso da população idosa, as barreiras tecnológicas podem comprometer a efetividade da teleassistência e de plataformas digitais de cuidado. Limitações cognitivas, dificuldades de adaptação e ausência de suporte técnico adequado exigem estratégias específicas para garantir inclusão e autonomia dessa parcela da população (Araújo; Cândido; Araújo, 2021).

No âmbito da atenção básica, a digitalização também impacta diretamente as condições de trabalho dos profissionais, especialmente agentes comunitários de saúde. A

introdução de sistemas informatizados pode otimizar registros e acompanhamento de indicadores, mas também gerar sobrecarga administrativa e novas demandas de capacitação (Santos *et al.*, 2024). A reconfiguração dos fluxos de trabalho mediada por tecnologias digitais exige formação contínua e suporte institucional. A ausência de treinamento adequado pode resultar em insegurança profissional, resistência à inovação e prejuízos à qualidade do cuidado prestado (Francesconi *et al.*, 2025). A pressão por produtividade e eficiência, característica do modelo tecnológico contemporâneo, pode intensificar a lógica de desempenho no ambiente hospitalar. Sistemas de monitoramento e métricas digitais, embora úteis para gestão, não devem reduzir o cuidado à mera quantificação de resultados (Santos *et al.*, 2023).

A humanização do cuidado permanece como princípio fundamental, mesmo em contextos altamente tecnologizados. A presença da tecnologia não substitui a escuta qualificada, o acolhimento e a empatia, elementos centrais da prática assistencial. O desafio está em integrar inovação e sensibilidade humana de forma equilibrada (Almeida Filho, 2024). A tecnificação excessiva pode gerar distanciamento simbólico entre profissional e paciente, especialmente quando a interação ocorre predominantemente por meio de telas e dispositivos. Manter a centralidade da pessoa no processo terapêutico é condição essencial para evitar despersonalização do cuidado (Lottenberg; Silva; Klajner, 2019). Por outro lado, quando bem utilizada, a tecnologia pode fortalecer a humanização ao ampliar o acesso, reduzir deslocamentos e facilitar acompanhamento contínuo. O problema não reside na tecnologia em si, mas na forma como é implementada e regulada nos sistemas de saúde (Santos, 2025).

A saúde coletiva também enfrenta desafios relacionados ao uso ético de grandes bases de dados populacionais. A vigilância epidemiológica digital precisa respeitar direitos individuais e evitar práticas invasivas ou discriminatórias, mesmo quando orientadas por objetivos sanitários legítimos (Brito *et al.*, 2024). A incorporação de tecnologias digitais no Sistema Único de Saúde exige equilíbrio entre inovação e universalidade, garantindo que a modernização não comprometa princípios constitucionais de equidade e integralidade. A sustentabilidade do sistema depende de planejamento estratégico e governança responsável (Silva *et al.*, 2025).

Do ponto de vista educacional, a formação de profissionais deve incluir reflexão crítica sobre os impactos sociais da tecnologia. A preparação técnica isolada não é suficiente; é necessário desenvolver consciência ética e compromisso social na utilização

das ferramentas digitais (Santos; Franqueira, 2024). A governança digital em saúde demanda participação social e transparência na definição de políticas públicas. O debate sobre uso de dados, implementação de inteligência artificial e investimentos tecnológicos deve envolver diferentes atores sociais, assegurando legitimidade democrática às decisões (Bertotti; Blanchet, 2021).

Os desafios bioéticos da saúde digital também incluem a necessidade de atualização permanente das normativas profissionais. Conselhos de classe e instituições reguladoras precisam acompanhar o ritmo acelerado das inovações para oferecer diretrizes claras e adequadas à realidade tecnológica (Pereira Júnior, 2025). Assim, os desafios éticos, bioéticos e sociais da saúde digital revelam que o avanço tecnológico não é neutro nem automático. Ele exige regulação responsável, inclusão social, proteção de direitos e compromisso com a humanização do cuidado. Somente a partir dessa articulação entre inovação e ética será possível consolidar um modelo de saúde digital verdadeiramente justo, sustentável e centrado na dignidade humana (Francesconi *et al.*, 2025).

7. Considerações Finais

A análise desenvolvida ao longo deste capítulo evidencia que a saúde digital representa um dos movimentos mais transformadores do setor saúde no século XXI. A incorporação da inteligência artificial, da internet das coisas, da telemedicina e dos dispositivos móveis tem ampliado a capacidade diagnóstica, otimizado processos assistenciais e qualificado a gestão hospitalar. A Saúde 4.0 consolida-se, assim, como um paradigma que integra inovação tecnológica, conectividade e análise de dados, promovendo maior eficiência e personalização do cuidado.

Entre os principais avanços discutidos, destacam-se a ampliação do acesso aos serviços por meio da telemedicina, o monitoramento remoto de pacientes crônicos, a utilização de algoritmos preditivos no apoio à decisão clínica e a modernização dos sistemas de gestão hospitalar. Essas transformações demonstram que a tecnologia, quando bem implementada, pode fortalecer a integralidade do cuidado e ampliar a resolutividade dos serviços, especialmente em contextos marcados por desigualdades regionais. Entretanto, o progresso tecnológico não ocorre sem tensões. Persistem desafios estruturais relacionados à infraestrutura digital, à inclusão tecnológica e à capacitação

profissional, além de dilemas éticos que envolvem proteção de dados, responsabilidade profissional e transparência algorítmica. A expansão das TICs exige reflexão contínua para que a inovação não comprometa princípios fundamentais da dignidade humana e da equidade no acesso aos serviços de saúde.

Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de políticas públicas consistentes que orientem a implementação da saúde digital de maneira planejada e sustentável. A consolidação desse modelo requer marcos regulatórios claros, investimentos em infraestrutura, estratégias de inclusão digital e mecanismos de governança capazes de assegurar segurança, qualidade e universalidade no atendimento. A regulação adequada constitui condição indispensável para garantir legitimidade e confiança social na transformação digital do setor.

A formação crítica dos profissionais emerge como eixo estratégico para a consolidação de uma saúde digital ética e humanizada. Não basta dominar ferramentas tecnológicas; é fundamental compreender seus impactos sociais, limites e implicações morais. A educação em saúde deve integrar competências digitais, reflexão bioética e compromisso social, preparando profissionais capazes de utilizar a tecnologia como instrumento de cuidado, e não como substituto da relação terapêutica.

As perspectivas futuras apontam para um modelo de saúde digital cada vez mais integrado, preventivo e centrado na pessoa. A articulação entre inovação tecnológica, humanização do cuidado e justiça social será determinante para que a transformação digital contribua efetivamente para sistemas de saúde mais equitativos e sustentáveis. O desafio que se impõe não é apenas tecnológico, mas sobretudo ético e político: construir uma saúde digital que una eficiência e sensibilidade humana, garantindo que o avanço científico esteja sempre a serviço da vida e da dignidade.

Referências Bibliográficas

- ABREU, N. R. F. O.; CARVALHO, A. L. B. Avanços e desafios da comunicação digital em saúde na era da pandemia. **Revista de Atenção Primária a Saúde**, v. 24, 2021.
- ALMEIDA FILHO, N. Metapresencialidade, saúde digital e saúde coletiva. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 28, p. e230473, 2024.
- ARAÚJO, L. M. Q.; CÂNDIDO, V. C.; ARAÚJO, L. V. Envelhecimento e telemedicina: desafios e possibilidades no cuidado ao idoso. **PoliÉtica. Revista de Ética e Filosofia Política**, v. 9, n. 2, p. 40-72, 2021.
- BARBOSA, T. P. Novas tecnologias: Desafios e perspectivas no ensino superior em saúde. **Percorso Acadêmico**, v. 6, n. 12, p. 449-468, 2016.
- BERTOTTI, B. M.; BLANCHET, L. A. Perspectivas e desafios à implementação de Saúde Digital no Sistema Único de Saúde. **International Journal of Digital Law**, v. 2, n. 3, p. 93-111, 2021.
- BEZERRA, E. T. *et al.* O impacto das tecnologias emergentes na educação: transformações e desafios na era digital. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 7, p. 2992-3003, 2024.
- BRITO, L. T. *et al.* Saúde Coletiva-Inovações Tecnológicas E Os Desafios Da Saúde Global No Século XXI. **ARACÊ**, v. 6, n. 4, p. 17338-17348, 2024.
- CARLOTTO, I. N.; DINIS, M. A. P. Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na Promoção da Saúde: Considerações Bioéticas. **Saber & Educar**, n. 25, p. 1-10, 2018.
- COSTA, S. M. Inclusão Digital e Metodologias Ativas para o Avanço e Inovação na Saúde. **RENTE**, v. 22, n. 2, p. 78-87, 2024.
- FERLINI, N. P.; BAMBIRRA, A. P. F.; MACEDO, Y. M. As possibilidades de acesso a medicina de qualidade por meio da tecnologia. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 13, n. 37, p. 230-236, 2023.
- FRANCESCONI, L. R. *et al.* Saúde coletiva na era digital: desafios e oportunidades para a inovação no SUS. **Lumen et Virtus**, v. 16, n. 47, p. 3805-3813, 2025.
- LOTTEMBERG, C.; SILVA, P. E.; KLAJNER, S. **A revolução digital na saúde: como a inteligência artificial e a internet das coisas tornam o cuidado mais humano, eficiente e sustentável**. São Paulo: Editora dos Editores; 2019.
- MARENGO, L. L. *et al.* Tecnologias móveis em saúde: reflexões sobre desenvolvimento, aplicações, legislação e ética. **Revista panamericana de salud pública**, v. 46, p. e37, 2023.
- OLIVEIRA, A. B. *et al.* Desafios do avanço da Telemedicina e seus aspectos éticos: revisão integrativa. **Comunicação em Ciências da Saúde**, v. 31, n. 1, p. 55-63, 2020.

PEREIRA JÚNIOR, R. R. P. Telemedicina: avanços, desafios, evolução e benefícios. **International Integralize Scientific**, v. 5, n. 54, 2025.

PEREIRA, C. L. A. *et al.* Integração da Inteligência Artificial na Enfermagem: Avanços, Desafios e Perspectivas para a Prática Profissional. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 19, n. 78, p. 324-336, 2025.

SANTOS, A. L. *et al.* Impactos do avanço tecnológico na saúde 4.0 na administração hospitalar. **E-Acadêmica**, v. 4, n. 2, p. e2542472, 2023.

SANTOS, J. V. S. Transformação digital no setor de saúde: tendências, desafios e impactos na experiência do paciente. **Revista Contemporânea**, v. 5, n. 6, p. e8330, 2025.

SANTOS, R. C. *et al.* Condições de trabalho dos agentes comunitários de saúde em um contexto de saúde digital: velhos e novos desafios. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 28, p. e230548, 2024.

SANTOS, S. M. A. V.; FRANQUEIRA, A. S. Saúde, tecnologia e educação: os desafios do mundo atual. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, p. 11-283, 2024.

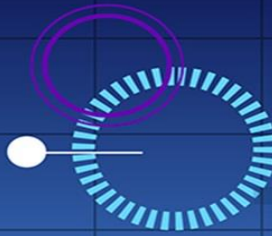
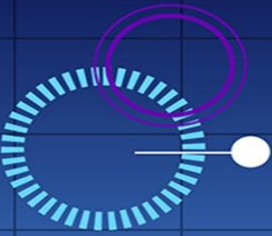
SILVA, G. S. *et al.* Inovação digital na saúde pública: impactos, desafios e perspectivas. **Asclepius International Journal of Scientific Health Science**, v. 4, n. 4, p. 103-109, 2025.

SILVA, M. F. *et al.* A era dos dispositivos digitais na promoção da saúde: conectando o cuidado. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 5, p. 1260-1288, 2024.

SOUZA, S. F. *et al.* Inteligência artificial na saúde: avanços, desafios éticojurídicos e implicações futuras. **O Alferes**, v. 35, n. 01, 2025.

VILAÇA, M. L. C.; ARAÚJO, E. V. F. **Tecnologia, sociedade e educação na era digital** [livro eletrônico]. Duque de Caxias, RJ: UNIGRANRIO, 2016. Disponível em: <http://blogs.unigranrio.br/informepropel/livro-tecnologia-sociedade-e-educacao-na-era-digital-download-gratuito>. Acesso em: 17 dez. 2025.

ZAHN, V. M. O. *et al.* Tecnologias em saúde: avanços e desafios no uso da Inteligência Artificial (IA) na prática cirúrgica. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 9, p. e17863, 2025.



CAPÍTULO 2

DISPOSITIVOS ASSISTIVOS E TECNOLOGIAS DE APOIO À FUNCIONALIDADE

Antônio Veimar da Silva

Leandro Paim da Cruz Carvalho

Josué Moura Telles

1. Introdução

A tecnologia assistiva consolidou-se como um campo fundamental na promoção da autonomia, funcionalidade e inclusão social de pessoas com deficiência, idosos e indivíduos com limitações temporárias ou permanentes. Ao longo das últimas décadas, o termo evoluiu de expressões como “ajudas técnicas” para uma concepção mais ampla que envolve recursos, estratégias, serviços e dispositivos destinados a ampliar a participação social e a independência funcional. Essa mudança terminológica reflete um avanço conceitual que desloca o foco da limitação para a potencialização das capacidades humanas (Rocha, 2005). No contexto brasileiro, a tecnologia assistiva também se insere no campo das políticas públicas, sendo reconhecida como instrumento de garantia de direitos e de promoção da inclusão. A ampliação do acesso a dispositivos assistivos está diretamente relacionada à construção de uma sociedade mais equitativa, na qual pessoas

com deficiência possam exercer plenamente sua cidadania. Entretanto, a efetivação dessas políticas ainda enfrenta desafios estruturais e institucionais que impactam a distribuição e a usabilidade desses recursos (Bastos *et al.*, 2023).

A discussão sobre funcionalidade ocupa lugar central nesse debate, especialmente quando associada à capacidade de realizar atividades da vida diária com independência e segurança. A manutenção da capacidade funcional é um dos principais indicadores de qualidade de vida, particularmente entre a população idosa, cuja vulnerabilidade pode ser mitigada por meio do uso adequado de dispositivos assistivos. Nesse sentido, a tecnologia atua como mediadora entre limitações físicas e possibilidades de participação social (Gavasso; Beltrame, 2017). No ambiente educacional, os dispositivos assistivos desempenham papel estratégico na inclusão escolar de estudantes com deficiência. Recursos adaptativos possibilitam acesso ao currículo, comunicação alternativa e mobilidade dentro do espaço escolar, promovendo participação ativa no processo de aprendizagem. A articulação entre profissionais da educação e da saúde é essencial para que esses dispositivos sejam adequadamente implementados e integrados à rotina escolar (Plotegher; Emmel; Cruz, 2013).

No campo clínico e terapêutico, especialmente na Terapia Ocupacional e na Fisioterapia, a tecnologia assistiva é amplamente utilizada como ferramenta de reabilitação e promoção da autonomia. Dispositivos personalizados podem auxiliar na alimentação, mobilidade, comunicação e realização de tarefas cotidianas, contribuindo para melhoria da qualidade de vida e redução de dependência funcional. A atuação interdisciplinar fortalece a adaptação desses recursos às necessidades individuais dos usuários (Rodrigues; Marcelino; Nóbrega, 2015). A inovação tecnológica tem ampliado significativamente as possibilidades de desenvolvimento de dispositivos assistivos, incorporando princípios do design centrado no usuário e soluções como impressão 3D e sistemas inteligentes. A participação ativa dos usuários no processo de criação e avaliação dos dispositivos aumenta a usabilidade e reduz riscos de abandono, fortalecendo a adequação entre recurso tecnológico e necessidade funcional (Scatolim *et al.*, 2021; Tobaró *et al.*, 2024).

Apesar dos avanços, ainda são recorrentes os casos de abandono de dispositivos assistivos, frequentemente relacionados à baixa usabilidade, desconforto, estigmatização ou inadequação às necessidades reais do usuário. Fatores sociais, econômicos e culturais também influenciam a adesão aos recursos, demonstrando que a simples disponibilização

do dispositivo não garante sua efetiva utilização. Compreender esses elementos é fundamental para aprimorar políticas e práticas de implementação (Costa *et al.*, 2015; Missio; Queiroz, 2018). Diante desse cenário, este capítulo tem como objetivo analisar os fundamentos conceituais, as aplicações práticas, os desafios estruturais e as perspectivas futuras dos dispositivos assistivos e tecnologias de apoio à funcionalidade (Bastos *et al.*, 2023). Busca-se compreender como esses recursos podem contribuir para promoção da autonomia, inclusão social e qualidade de vida, considerando aspectos clínicos, educacionais, sociais e políticos que permeiam sua utilização (Silva *et al.*, 2024).

2. Conceitos, Classificações e Fundamentos da Tecnologia Assistiva

A compreensão da tecnologia assistiva exige, inicialmente, um resgate histórico-conceitual que permita situar sua evolução no campo da saúde e da inclusão social. Durante décadas, os recursos voltados às pessoas com deficiência eram denominados “ajudas técnicas”, expressão que enfatizava o objeto em si, sem necessariamente considerar o contexto de uso ou a participação ativa do usuário. Com o amadurecimento das discussões sobre acessibilidade e direitos humanos, consolidou-se o termo tecnologia assistiva, ampliando o entendimento para além do dispositivo físico e incorporando serviços, estratégias e adaptações ambientais (Rocha, 2005).

Essa ampliação conceitual está diretamente relacionada à mudança de paradigma que desloca o foco da deficiência como limitação individual para a interação entre indivíduo e ambiente. A tecnologia assistiva passa a ser compreendida como mediadora entre barreiras sociais e potencialidades funcionais, promovendo maior participação e inclusão. Assim, o conceito atual integra aspectos técnicos, sociais e políticos que dialogam com a perspectiva dos direitos da pessoa com deficiência (Bastos *et al.*, 2023). No campo científico, a tecnologia assistiva é definida como o conjunto de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Essa definição enfatiza a funcionalidade como eixo central, destacando que o objetivo do recurso não é apenas compensar limitações, mas promover autonomia e participação social efetiva (Silva *et al.*, 2021).

É importante diferenciar tecnologia assistiva de tecnologia de apoio, termos que, embora frequentemente utilizados como sinônimos, apresentam nuances conceituais. A tecnologia assistiva está mais associada a dispositivos específicos destinados a compensar

ou minimizar limitações funcionais, enquanto a tecnologia de apoio pode incluir adaptações ambientais e estratégias que favorecem a acessibilidade de maneira mais ampla. Essa distinção contribui para maior clareza na formulação de políticas públicas e na organização dos serviços (Rocha, 2005). A classificação dos dispositivos assistivos pode variar conforme a finalidade e o público-alvo, abrangendo recursos de mobilidade, comunicação alternativa, adaptações para atividades de vida diária, dispositivos sensoriais e tecnologias digitais. Essa diversidade demonstra a complexidade do campo e a necessidade de abordagens interdisciplinares para seleção e implementação adequadas dos recursos (Plotegher; Emmel; Cruz, 2013).

No âmbito da mobilidade, por exemplo, encontram-se cadeiras de rodas adaptadas, próteses, órteses e dispositivos inteligentes que ampliam a independência do usuário. Já na comunicação alternativa, incluem-se pranchas comunicativas, softwares específicos e sistemas de rastreamento ocular que possibilitam interação e expressão de pessoas com limitações motoras severas (Gazana *et al.*, 2025). A funcionalidade constitui o núcleo conceitual da tecnologia assistiva, sendo entendida como a capacidade de realizar atividades cotidianas com autonomia e segurança. Esse conceito está diretamente relacionado à qualidade de vida, pois quanto maior a independência funcional, maior a possibilidade de participação social e de construção de identidade ativa na comunidade (Gavasso; Beltrame, 2017). No processo de reabilitação, a funcionalidade não é vista apenas como desempenho físico, mas como resultado da interação entre condições corporais, fatores ambientais e suporte tecnológico. A tecnologia assistiva, nesse contexto, atua como facilitadora, reduzindo barreiras e ampliando oportunidades de engajamento em atividades significativas (Rodrigues; Marcelino; Nóbrega, 2015).

A autonomia, por sua vez, representa dimensão complementar à funcionalidade, referindo-se à capacidade de tomar decisões e conduzir a própria vida com independência. O uso adequado de dispositivos assistivos fortalece essa autonomia ao permitir que o indivíduo desempenhe tarefas sem depender exclusivamente de terceiros, promovendo autoestima e autoconfiança (Silva; Lima; Santos, 2024). No envelhecimento, a discussão sobre capacidade funcional torna-se ainda mais relevante, uma vez que alterações fisiológicas podem comprometer mobilidade, equilíbrio e coordenação. A introdução de dispositivos assistivos no ambiente domiciliar pode retardar perdas funcionais e contribuir para manutenção da independência por períodos mais prolongados (Silva *et al.*, 2022).

Entretanto, o uso de tecnologias assistivas por idosos também enfrenta desafios relacionados à adaptação tecnológica e à percepção de necessidade. Barreiras cognitivas, culturais e estruturais podem influenciar a adesão aos dispositivos, demonstrando que a eficácia do recurso depende não apenas de sua disponibilidade, mas também de sua adequação ao perfil do usuário (Tavares; Souza, 2012). O design centrado no usuário tem sido apontado como estratégia fundamental para aprimorar a usabilidade e reduzir abandono de dispositivos assistivos. Ao envolver o usuário no processo de desenvolvimento, aumenta-se a probabilidade de adequação às necessidades reais, favorecendo maior adesão e satisfação (Lourenço; Paschoarell, 2023).

Além disso, a inovação tecnológica, como o uso de impressão 3D, amplia possibilidades de personalização e redução de custos na produção de dispositivos assistivos. Essa abordagem permite criar soluções sob medida, respeitando características anatômicas e funcionais específicas de cada indivíduo (Tobaro *et al.*, 2024). Assim, os conceitos, classificações e fundamentos da tecnologia assistiva revelam um campo dinâmico, interdisciplinar e orientado à promoção da funcionalidade e da autonomia. Compreender suas bases históricas e teóricas é essencial para fortalecer práticas inclusivas, políticas públicas eficazes e desenvolvimento de soluções tecnológicas alinhadas às necessidades reais da população (Bastos *et al.*, 2023).

3. Tecnologia Assistiva na Reabilitação e na Terapia Ocupacional

A tecnologia assistiva ocupa lugar central nos processos de reabilitação, especialmente na Terapia Ocupacional, ao possibilitar que indivíduos com limitações físicas, sensoriais ou cognitivas desenvolvam maior independência nas atividades da vida diária. Seu uso vai além da compensação de déficits, configurando-se como instrumento de promoção da participação social e da reconstrução de papéis ocupacionais. Assim, a tecnologia torna-se mediadora entre funcionalidade comprometida e potencial de autonomia (Rodrigues; Marcelino; Nóbrega, 2015).

Na reabilitação de pessoas com paralisia cerebral, por exemplo, o desenvolvimento colaborativo de dispositivos assistivos entre terapeutas ocupacionais e professores tem demonstrado resultados significativos na ampliação da participação escolar e social. A construção conjunta desses recursos favorece maior adequação às necessidades reais do usuário e fortalece a integração entre saúde e educação (Baleotti *et al.*, 2020). Em casos

de hipotonia infantil, a criação de dispositivos personalizados para auxiliar na alimentação evidencia o impacto direto da tecnologia assistiva na promoção da autonomia. A adaptação de utensílios e suportes específicos contribui para o desenvolvimento motor e para a autoestima da criança, ao permitir maior independência em atividades cotidianas essenciais (Barros *et al.*, 2026).

No contexto das doenças degenerativas do sistema nervoso central, a tecnologia assistiva assume papel estratégico na manutenção da funcionalidade ao longo da progressão clínica. A intervenção terapêutica ocupacional, associada a dispositivos adaptativos, pode retardar perdas funcionais e favorecer qualidade de vida mesmo diante de condições progressivas (Rodrigues; Marcelino; Nóbrega, 2015). A atuação da fisioterapia também se articula com a tecnologia assistiva, especialmente em contextos de reabilitação e cuidados paliativos. Recursos tecnológicos podem contribuir para alívio da dor, manutenção de mobilidade residual e conforto físico, reforçando uma abordagem centrada na dignidade e no bem-estar do paciente (florentino *et al.*, 2012).

Entre pessoas com lesão medular, os dispositivos assistivos são fundamentais para possibilitar mobilidade, comunicação e realização de tarefas cotidianas. Revisões integrativas apontam que a escolha adequada do recurso, aliada ao acompanhamento profissional contínuo, é determinante para o sucesso terapêutico e para a reinserção social do indivíduo (Silva *et al.*, 2021). No caso de indivíduos com amputações de membros inferiores, a percepção sobre o uso de próteses e dispositivos auxiliares revela que fatores emocionais e sociais influenciam diretamente a adaptação ao recurso tecnológico. A tecnologia assistiva, nesse contexto, precisa considerar aspectos psicossociais para garantir adesão e eficácia funcional (Negretti; Chesani; Grosskopf, 2019). A realidade virtual também tem sido incorporada como recurso terapêutico ocupacional, ampliando possibilidades de intervenção por meio de ambientes simulados e atividades interativas. Essa ferramenta favorece engajamento, estimulação cognitiva e treino motor em contextos controlados, contribuindo para inovação nas práticas de reabilitação (Caiana; Nogueira; Lima, 2016).

No ambiente hospitalar, ações em tecnologia assistiva direcionadas a mulheres internadas demonstram que intervenções adaptativas podem minimizar impactos funcionais decorrentes de internações prolongadas. A personalização dos recursos contribui para preservação da autonomia mesmo em contextos de vulnerabilidade clínica (Cipriano *et al.*, 2023). A Terapia Ocupacional destaca-se como área estratégica na

avaliação, prescrição e adaptação de dispositivos assistivos, considerando a singularidade de cada indivíduo. O profissional atua não apenas na indicação do recurso, mas também na capacitação do usuário e na adequação ambiental, garantindo integração efetiva entre tecnologia e cotidiano (Bastos *et al.*, 2023).

Entretanto, a efetividade da tecnologia assistiva na reabilitação depende de fatores como usabilidade, conforto, aceitação social e acompanhamento contínuo. A ausência de suporte adequado pode levar ao abandono do dispositivo, comprometendo resultados terapêuticos e investimentos públicos (Costa *et al.*, 2015; Missio; Queiroz, 2018). Assim, a tecnologia assistiva na reabilitação e na Terapia Ocupacional revela-se como instrumento potente de promoção da funcionalidade, autonomia e inclusão. Sua aplicação exige abordagem interdisciplinar, planejamento individualizado e sensibilidade às dimensões físicas, emocionais e sociais do usuário, garantindo que o recurso tecnológico seja efetivamente transformador na trajetória de cuidado (Baleotti *et al.*, 2020).

4. Dispositivos Assistivos para Pessoas com Deficiência

Os dispositivos assistivos voltados às pessoas com deficiência representam instrumentos fundamentais para promoção da autonomia, inclusão social e participação ativa em diferentes contextos da vida cotidiana. Esses recursos abrangem desde adaptações simples até tecnologias complexas e inteligentes, sendo desenvolvidos com o objetivo de minimizar barreiras funcionais e ampliar possibilidades de interação com o ambiente. A consolidação desse campo reflete o reconhecimento da tecnologia assistiva como direito e estratégia de equidade social (Bastos *et al.*, 2023).

No campo da mobilidade, as cadeiras de rodas evoluíram significativamente, incorporando sistemas inteligentes que ampliam controle, segurança e independência. Projetos baseados em design centrado no usuário têm contribuído para o desenvolvimento de cadeiras de rodas com sensores, automação e ajustes personalizados, favorecendo maior autonomia funcional e conforto no deslocamento (Scatolim *et al.*, 2021). Para pessoas com tetraplegia, tecnologias baseadas em rastreamento ocular e movimentos de cabeça têm possibilitado o uso de computadores e sistemas digitais, promovendo inclusão educacional, profissional e social. A comparação entre diferentes métodos de rastreamento demonstra que a escolha adequada do dispositivo deve considerar desempenho, conforto e adaptação individual (Gazana *et al.*, 2025).

No caso de pessoas com lesão medular, a tecnologia assistiva desempenha papel essencial na reabilitação e reintegração social. Dispositivos adaptativos permitem mobilidade, comunicação e realização de atividades da vida diária, fortalecendo independência e autoestima. A revisão integrativa da literatura aponta que a adequação individualizada é determinante para o sucesso do recurso (Silva *et al.*, 2021). Entre indivíduos com amputações de membros inferiores, o uso de próteses e dispositivos auxiliares envolve não apenas adaptação física, mas também processos emocionais e sociais. A percepção do usuário sobre conforto, estética e funcionalidade influencia diretamente a adesão ao dispositivo e sua incorporação ao cotidiano (Negretti; Chesani; Grosskopf, 2019).

No contexto da deficiência visual, tecnologias assistivas voltadas à mobilidade pessoal, como bengalas adaptadas e recursos táteis, ampliam a segurança e a autonomia no deslocamento. Produtos de apoio desenvolvidos especificamente para crianças cegas evidenciam a importância de intervenções precoces na promoção da independência (Jesus; Sampaio; Bonilla, 2015). A utilização de dispositivos assistivos no ambiente escolar também é fundamental para garantir participação plena de estudantes com deficiência. Recursos adaptativos possibilitam acesso ao conteúdo curricular, comunicação alternativa e integração social, contribuindo para construção de trajetórias educacionais mais inclusivas (Plotegher; Emmel; Cruz, 2013). O impacto da tecnologia assistiva no neurodesenvolvimento destaca-se especialmente em crianças com deficiência ou atraso no desenvolvimento. A introdução adequada de dispositivos pode estimular habilidades cognitivas e motoras, favorecendo aquisição de competências e maior participação em atividades educacionais e sociais (Gonçalves *et al.*, 2024).

A inovação tecnológica tem ampliado as possibilidades de personalização por meio da impressão 3D, permitindo desenvolvimento de dispositivos sob medida e com menor custo. Essa tecnologia favorece adaptações anatômicas específicas e reduz barreiras de acesso, principalmente em contextos de recursos limitados (Tobaro *et al.*, 2024). O design centrado no usuário emerge como elemento fundamental na concepção de dispositivos assistivos. A percepção de usabilidade, conforto e estética influencia diretamente a aceitação e o uso contínuo do recurso, especialmente na infância, quando fatores sociais e emocionais impactam significativamente a experiência do usuário (Lourenço; Paschoarell, 2023). Apesar dos avanços tecnológicos, o abandono de dispositivos assistivos permanece desafio recorrente. Fatores como inadequação funcional,

desconforto, falta de treinamento e ausência de acompanhamento profissional contribuem para descontinuidade do uso, comprometendo resultados terapêuticos e sociais (Costa *et al.*, 2015).

Aspectos relacionados à assiduidade no uso também estão associados à percepção de utilidade e à integração do dispositivo à rotina do usuário. Quando o recurso é percebido como facilitador real da funcionalidade, a probabilidade de adesão aumenta significativamente (Missio; Queiroz, 2018). As políticas públicas desempenham papel decisivo na ampliação do acesso a dispositivos assistivos, especialmente para populações em situação de vulnerabilidade. A distribuição equitativa de recursos e o acompanhamento sistemático são essenciais para garantir efetividade das intervenções (Bastos *et al.*, 2023). A articulação entre profissionais da saúde, engenheiros, designers e usuários fortalece o desenvolvimento de soluções mais eficazes e contextualizadas. A interdisciplinaridade permite integrar conhecimentos técnicos e experiências práticas, resultando em dispositivos mais funcionais e socialmente adequados (Scatolim *et al.*, 2021).

Além da dimensão funcional, os dispositivos assistivos também impactam identidade e autoestima das pessoas com deficiência. O acesso a recursos que ampliam independência contribui para maior participação social e redução de estigmas associados à deficiência (Negretti; Chesani; Grosskopf, 2019). Dessa forma, os dispositivos assistivos para pessoas com deficiência configuram-se como instrumentos essenciais de inclusão, reabilitação e promoção da autonomia. Seu desenvolvimento e implementação devem considerar aspectos técnicos, sociais e emocionais, garantindo que a inovação tecnológica esteja alinhada às necessidades reais dos usuários e ao fortalecimento de sua participação plena na sociedade (Bastos *et al.*, 2023).

5. Tecnologia Assistiva no Envelhecimento e na Promoção da Independência

O envelhecimento populacional é uma das principais transformações demográficas contemporâneas, trazendo desafios significativos para os sistemas de saúde e para as políticas sociais. A manutenção da capacidade funcional torna-se elemento central nesse contexto, pois está diretamente relacionada à autonomia, à qualidade de vida e à permanência do idoso em seu ambiente comunitário. A tecnologia assistiva emerge como estratégia fundamental para preservar independência e reduzir impactos das limitações

decorrentes do avanço da idade (Gavasso; Beltrame, 2017). A capacidade funcional no envelhecimento envolve a habilidade de realizar atividades básicas e instrumentais da vida diária, como alimentar-se, locomover-se e administrar tarefas domésticas. A introdução de dispositivos assistivos pode compensar perdas fisiológicas, favorecer segurança e ampliar a participação social do idoso, evitando institucionalizações precoces e dependência excessiva de cuidadores (Silva *et al.*, 2022).

No ambiente domiciliar, a aplicabilidade da tecnologia assistiva tem demonstrado resultados positivos na promoção da independência. Adaptações simples, como barras de apoio, utensílios adaptados e dispositivos de auxílio à mobilidade, contribuem para redução de quedas e melhoria da autoconfiança. A escolha adequada do recurso deve considerar contexto familiar, condição clínica e preferências individuais (Silva; Lima; Santos, 2024). Entretanto, o uso efetivo dessas tecnologias depende da superação de barreiras relacionadas ao acesso e à alfabetização digital. Muitos idosos enfrentam dificuldades no manuseio de dispositivos tecnológicos mais complexos, o que pode comprometer adesão e limitar benefícios potenciais. Assim, políticas de inclusão digital e suporte técnico tornam-se indispensáveis (Tavares; Souza, 2012).

O design de produtos assistivos voltados ao público idoso deve considerar alterações fisiológicas como redução da força muscular, diminuição da acuidade visual e alterações cognitivas. Produtos desenvolvidos com foco em ergonomia, simplicidade e conforto tendem a apresentar maior aceitação e usabilidade, reduzindo risco de abandono (Medola, 2020). A impressão 3D tem ampliado possibilidades de personalização de dispositivos assistivos para idosos, permitindo adaptações específicas às necessidades anatômicas e funcionais de cada indivíduo. Essa inovação tecnológica contribui para maior precisão no ajuste dos dispositivos e potencial redução de custos, ampliando acesso a soluções individualizadas (Tobaro *et al.*, 2024). Além da dimensão física, a tecnologia assistiva também impacta aspectos psicossociais do envelhecimento. O uso de dispositivos que ampliam autonomia fortalece autoestima, sensação de utilidade e participação social, fatores diretamente relacionados ao bem-estar emocional e à saúde mental (Silva; Lima; Santos, 2024).

A promoção da independência por meio da tecnologia assistiva também pode contribuir para redução de custos no sistema de saúde, ao prevenir complicações decorrentes de quedas, imobilidade e hospitalizações prolongadas. Investimentos em dispositivos adequados podem resultar em benefícios econômicos e sociais a longo prazo

(Silva *et al.*, 2022). Entretanto, fatores como estigmatização e resistência cultural podem influenciar negativamente a aceitação de dispositivos assistivos entre idosos. Em alguns casos, o uso do recurso é associado à fragilidade ou dependência, o que reforça a necessidade de abordagens educativas que valorizem autonomia e protagonismo (Tavares; Souza, 2012).

A atuação interdisciplinar é essencial na prescrição e acompanhamento do uso de tecnologias assistivas no envelhecimento. Profissionais da saúde, terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas e designers devem trabalhar de forma integrada para garantir que o dispositivo atenda às necessidades funcionais e emocionais do idoso (Medola, 2020). Além disso, políticas públicas voltadas ao envelhecimento ativo devem incorporar estratégias de acesso facilitado a tecnologias assistivas, assegurando equidade na distribuição de recursos e acompanhamento contínuo. A ausência de suporte institucional pode limitar os impactos positivos dessas intervenções (Bastos *et al.*, 2023). Assim, a tecnologia assistiva no envelhecimento configura-se como instrumento estratégico para promoção da independência, preservação da funcionalidade e melhoria da qualidade de vida. Sua implementação eficaz requer abordagem interdisciplinar, sensibilidade às especificidades do público idoso e compromisso com inclusão e dignidade, garantindo que o avanço tecnológico esteja alinhado ao envelhecimento ativo e saudável (Gavasso; Beltrame, 2017).

6. Políticas Públicas, Usabilidade e Abandono de Dispositivos

A consolidação da tecnologia assistiva como instrumento de inclusão social depende diretamente da existência de políticas públicas estruturadas e efetivas. No Brasil, avanços normativos têm reconhecido a tecnologia assistiva como direito das pessoas com deficiência, integrando-a às estratégias de acessibilidade e inclusão. Entretanto, a distância entre formulação legal e implementação prática ainda representa um desafio significativo (Bastos *et al.*, 2023). A garantia de acesso equitativo aos dispositivos assistivos exige planejamento orçamentário, organização dos serviços e articulação intersetorial entre saúde, educação e assistência social. A ausência de integração entre essas áreas pode comprometer a continuidade do cuidado e a efetividade das intervenções, resultando em desperdício de recursos e baixa adesão dos usuários (Cruz; Emmel, 2015).

Estudos apontam que a usabilidade é fator determinante para o sucesso de qualquer dispositivo assistivo. Recursos que não consideram ergonomia, contexto cultural e rotina do usuário tendem a apresentar menor taxa de adesão. Assim, o desenvolvimento centrado na experiência do usuário torna-se elemento essencial para redução do abandono (Lourenço; Paschoarell, 2023). O abandono de dispositivos assistivos constitui problema recorrente, impactando tanto a vida do usuário quanto os investimentos públicos realizados. Entre os fatores associados ao abandono destacam-se desconforto, falta de treinamento, inadequação funcional e ausência de acompanhamento profissional contínuo (Costa *et al.*, 2015). Além dos aspectos técnicos, fatores emocionais e sociais também influenciam o uso contínuo dos dispositivos. A percepção de estigma, dificuldades de adaptação e expectativas não atendidas podem levar à descontinuidade do uso, mesmo quando o recurso apresenta potencial funcional significativo (Missio; Queiroz, 2018).

No contexto das políticas públicas, a avaliação sistemática da usabilidade e satisfação dos usuários deve ser incorporada como estratégia permanente de monitoramento. A coleta de dados sobre adesão e abandono permite ajustes nas estratégias de distribuição e capacitação, contribuindo para maior eficiência das ações governamentais (Cruz; Emmel, 2015). A participação ativa do usuário no processo de escolha e adaptação do dispositivo é apontada como elemento central para sucesso terapêutico. Quando o indivíduo compreende o funcionamento do recurso e participa das decisões, a probabilidade de uso contínuo aumenta consideravelmente (Lourenço; Paschoarell, 2023).

Outro desafio importante está relacionado à desigualdade regional no acesso aos dispositivos assistivos. Regiões com menor infraestrutura de saúde frequentemente apresentam limitações na oferta e acompanhamento dos recursos, ampliando disparidades sociais já existentes (Bastos *et al.*, 2023). A formação profissional também exerce influência direta na redução do abandono. Profissionais capacitados são capazes de avaliar adequadamente as necessidades do usuário, selecionar dispositivos compatíveis e oferecer treinamento adequado para uso correto do recurso (Costa *et al.*, 2015). A integração entre inovação tecnológica e políticas públicas pode contribuir para ampliação do acesso e personalização dos dispositivos. Estratégias como produção por impressão 3D e desenvolvimento colaborativo reduzem custos e permitem maior adaptação às necessidades individuais (Tobaro *et al.*, 2024).

A sustentabilidade das políticas de tecnologia assistiva depende ainda de mecanismos de financiamento contínuo e de parcerias interinstitucionais. A ausência de planejamento de longo prazo pode comprometer manutenção e atualização dos dispositivos, afetando diretamente os usuários (Cruz; Emmel, 2015). Dessa forma, políticas públicas eficazes, associadas a critérios rigorosos de usabilidade e acompanhamento contínuo, são fundamentais para garantir que os dispositivos assistivos cumpram sua finalidade social. A superação do abandono exige articulação entre Estado, profissionais e usuários, assegurando que a tecnologia assistiva seja instrumento real de autonomia, inclusão e dignidade (Bastos *et al.*, 2023).

7. Considerações Finais

A análise desenvolvida neste capítulo evidencia que os dispositivos assistivos e as tecnologias de apoio à funcionalidade constituem instrumentos centrais para promoção da autonomia, inclusão social e qualidade de vida de pessoas com deficiência e idosos. Ao longo das discussões, destacou-se que a tecnologia assistiva ultrapassa a dimensão meramente técnica, configurando-se como estratégia de garantia de direitos e de fortalecimento da participação social. A evolução conceitual do campo reflete uma mudança de paradigma que reconhece a funcionalidade como eixo estruturante das intervenções.

Observou-se que a efetividade dos dispositivos assistivos depende da adequação às necessidades individuais, da participação ativa do usuário e da integração entre diferentes áreas do conhecimento. Experiências na reabilitação, na Terapia Ocupacional e no ambiente educacional demonstram que recursos personalizados e acompanhados por profissionais qualificados ampliam significativamente os resultados funcionais e sociais.

No contexto do envelhecimento, a tecnologia assistiva revelou-se elemento estratégico para preservação da capacidade funcional e promoção da independência no ambiente domiciliar. A adoção de dispositivos adequados contribui para redução de riscos, manutenção da autonomia e fortalecimento do envelhecimento ativo, desde que acompanhada por políticas de inclusão digital e suporte técnico adequado. Entretanto, persistem desafios relevantes, especialmente relacionados ao abandono de dispositivos, à desigualdade de acesso e à insuficiência de políticas públicas estruturadas. Fatores como baixa usabilidade, ausência de acompanhamento profissional e barreiras

socioeconômicas impactam diretamente a adesão aos recursos, demonstrando que a simples disponibilização do dispositivo não garante sua utilização efetiva.

A necessidade de políticas públicas integradas, financiamento sustentável e formação interdisciplinar contínua emerge como condição essencial para consolidação da tecnologia assistiva no Brasil. Estratégias que incorporem inovação, como design centrado no usuário e impressão 3D, aliadas a mecanismos de avaliação sistemática, podem contribuir para redução de desigualdades e ampliação do acesso a soluções personalizadas. Assim, os dispositivos assistivos e tecnologias de apoio à funcionalidade configuram-se como ferramentas transformadoras quando inseridos em um contexto de planejamento, acompanhamento e compromisso social. O avanço tecnológico precisa estar articulado à ética, à equidade e à dignidade humana, garantindo que a inovação seja efetivamente instrumento de emancipação e não apenas recurso técnico. O futuro do campo dependerá da capacidade de integrar ciência, políticas públicas e escuta sensível às necessidades reais dos usuários.

Referências Bibliográficas

- BALEOTTI, L. R. *et al.* Tecnología asistiva para alunos com paralisia cerebral: desenvolvimiento e análise colaborativa entre terapeutas ocupacionais e professores. **Revista Chilena de Terapia Ocupacional**, v. 20, n. 1, p. 13-24, 2020.
- BARROS, M. S. A. *et al.* Construção e utilização de um dispositivo de Tecnologia Assistiva à promoção da autonomia da alimentação para uma criança hipotônica: Relato de experiência em Terapia Ocupacional. **Research, Society and Development**, v. 15, n. 1, p. e2415150494, 2026.
- BASTOS, P. A. L. S. *et al.* Tecnologia assistiva e políticas públicas no Brasil. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, v. 31, p. e3401, 2023.
- CAIANA, T. L.; NOGUEIRA, D. L.; LIMA, A. C. D. A realidade virtual e seu uso como recurso terapêutico ocupacional: revisão integrativa. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 575–589, 2016.
- CIPRIANO, A. S. *et al.* Ações em tecnologia assistiva com mulheres hospitalizadas. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, v. 31, p. e3339, 2023.
- COSTA, C. R. *et al.* Dispositivos de tecnologia assistiva: fatores relacionados ao abandono. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, v. 23, n. 3, p. 611-624, 2015.
- CRUZ, D. M. C.; EMMEL, M. L. G. Políticas Públicas de Tecnologia Assistiva no Brasil: Um Estudo Sobre a Usabilidade e abandono por Pessoas com Deficiência Física. **Revista FSA**, v. 12, n. 1, 2015.
- FLORENTINO, D. *et al.* A fisioterapia no alívio da dor: uma visão reabilitadora em cuidados paliativos. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 11, n. 2, 2012.
- GAVASSO, W. C.; BELTRAME, V. Functional capacity and reported morbidities: a comparative analysis in the elderly. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 20, n. 3, p. 398-408, 2017.
- GAZANA, J. V. *et al.* Comparação de tecnologias assistivas para tetraplegia: rastreamento de olhos e cabeça no uso de computadores. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 21, n. 65, p. 97-115, 2025.
- GONÇALVES, L. M. S. *et al.* Tecnologia assistiva e seus impactos no neurodesenvolvimento. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 10, p. e5956, 2024.
- JESUS, L. T. B.; SAMPAIO, A. S. S.; BONILLA, M. H. S. Tecnologia assistiva para crianças cegas: produtos de apoio para a mobilidade pessoal. **Revista Educação Especial**, v. 28, n. 51, p. 163-177, 2015.

LOURENÇO, G. F.; PASCHOARELL, L. C. Percepção de usabilidade de dispositivos assistivos auxiliares de mobilidade na infância: uma contribuição para o design. **Estudos em Design**, v. 31, n. 1, 2023.

MEDOLA, Fausto Orsi. Design de produtos assistivos para idosos. **Estudos interdisciplinares sobre o envelhecimento**, v. 25, edição especial, p. 14-23, 2020.

MISSIO, M. M.; QUEIROZ, L. F. Tecnologias assistivas: aspectos que influenciam na assiduidade e no abandono dos recursos. **Acta fisiátrica**, v. 25, n. 4, p. 185-190, 2018.

NEGRETTI, P. P.; CHESANI, F. H.; GROSSKOPF, C. S. Percepção de pessoas amputadas de membros inferiores quanto ao uso de tecnologia assistiva. **Revista Univap**, v. 25, n. 48, p. 135-148, 2019.

PLOTEGHER, C. B.; EMMEL, M. L. G.; CRUZ, D. M. C. Utilização de dispositivos assistivos por alunos com deficiência em escolas públicas. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, v. 21, n. 1, 2013.

ROCHA, E. F. Reflexões sobre recursos tecnológicos: ajudas técnicas, tecnologia assistiva, tecnologia de assistência e tecnologia de apoio. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, v. 16, n. 3, p. 97-104, 2005.

RODRIGUES, T. C. L.; MARCELINO, J. F. Q.; NÓBREGA, K. B. G. Tecnologia assistiva na atuação terapêutica ocupacional com uma criança com doença degenerativa do sistema nervoso central. **Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCar**, v. 23, n. 2, 2015.

SCATOLIM, R. *et al.* Contribuições do design e da tecnologia assistiva para o desenvolvimento de cadeiras de rodas inteligentes. **Design Centrado no Usuário: concepções, práticas e soluções**, p. 103-117, 2021.

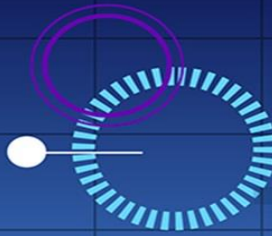
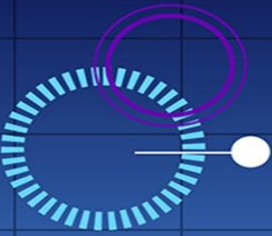
SILVA, H. F. *et al.* Aplicabilidade da Tecnologia Assistiva para pessoas com lesão medular: Uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e0210815387, 2021.

SILVA, L. M. *et al.* Fatores associados ao uso de tecnologias assistivas em idosos em ambiente domiciliar. **Rev Rene**, v. 23, n. 1, p. 7, 2022.

SILVA, R. O.; LIMA, T. E. S.; SANTOS, J. L. O uso de tecnologias assistivas em idosos na promoção da independência e a qualidade de vida: revisão integrativa da literatura. **Revista Foco**, [S. l.], v. 17, n. 11, p. e6635, 2024.

TAVARES, M. M. K.; SOUZA, S. T. C. Os idosos e as barreiras de acesso às novas tecnologias da informação e comunicação. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, n. 1, 2012.

TOBARO, E. T. *et al.* A impressão 3d no desenvolvimento de dispositivos assistivos para pessoas idosas. **Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento**, v. 29, 2024.



CAPÍTULO 3

SISTEMAS DIGITAIS PARA GESTÃO DO CUIDADO E SEGURANÇA DO PACIENTE

Antônio Veimar da Silva

Daniela da Silva Barboza Gregório

Josué Moura Telles

1. Introdução

A transformação digital no setor saúde tem promovido mudanças significativas na forma como o cuidado é organizado, monitorado e avaliado. Sistemas digitais passaram a integrar processos assistenciais e gerenciais, permitindo maior rastreabilidade das ações, análise em tempo real de indicadores e tomada de decisão baseada em dados. Nesse contexto, a gestão do cuidado assume uma dimensão estratégica, articulando tecnologia, qualidade e segurança do paciente em um mesmo eixo organizador (Sarinho *et al.*, 2024). Os sistemas digitais em saúde abrangem aplicativos móveis, plataformas web, prontuários eletrônicos e dashboards gerenciais que facilitam o acompanhamento clínico e administrativo. Essas ferramentas ampliam o acesso à informação, reduzem falhas comunicacionais e favorecem integração entre equipes multiprofissionais. O uso

estruturado dessas tecnologias tem sido apontado como elemento central na inovação e na melhoria contínua dos serviços de saúde (Abreu *et al.*, 2025).

A segurança do paciente consolidou-se como prioridade global nas últimas décadas, exigindo implementação de estratégias sistemáticas para redução de eventos adversos. A incorporação de tecnologias digitais surge como aliada nesse processo, ao possibilitar monitoramento de riscos, padronização de protocolos e identificação precoce de falhas assistenciais (Lino *et al.*, 2020). A integração entre tecnologia e gestão hospitalar permite monitoramento contínuo de indicadores assistenciais, ocupação de leitos, administração de medicamentos e evolução clínica. Ferramentas como dashboards em unidades de terapia intensiva ampliam a capacidade de resposta das equipes, promovendo maior eficiência e segurança na assistência (Souza *et al.*, 2025).

No âmbito da enfermagem, os sistemas digitais desempenham papel fundamental na organização do cuidado, especialmente na administração de medicamentos, registro de procedimentos e comunicação entre profissionais. A tecnologia fortalece a rastreabilidade das ações e contribui para redução de erros, desde que acompanhada de capacitação adequada e cultura organizacional voltada à segurança (Teixeira *et al.*, 2025). Entretanto, a digitalização também introduz novos riscos relacionados à segurança da informação e à proteção de dados sensíveis. Sistemas conectados podem estar sujeitos a vulnerabilidades técnicas que comprometem confidencialidade e integridade das informações clínicas. Assim, a gestão digital do cuidado deve estar alinhada a práticas rigorosas de segurança cibernética e ética profissional (Freires *et al.*, 2025; Martins *et al.*, 2025).

Além da dimensão técnica, a experiência do paciente ganha destaque na era digital. Tecnologias que monitoram satisfação, adesão terapêutica e percepção de segurança permitem maior participação ativa dos usuários e familiares no processo de cuidado. Essa abordagem fortalece a responsabilização e amplia a transparência nas práticas assistenciais (Monteiro *et al.*, 2023; Villar; Martins; Rabello, 2023). Diante desse cenário, este capítulo tem como objetivo analisar como os sistemas digitais contribuem para a gestão do cuidado e o fortalecimento da segurança do paciente, considerando avanços tecnológicos, desafios éticos, qualificação profissional e perspectivas futuras. Busca-se compreender de que maneira a integração entre tecnologia e prática assistencial pode promover serviços mais seguros, eficientes e centrados na pessoa (Silva *et al.*, 2025).

2. Sistemas Digitais na Gestão do Cuidado

A gestão do cuidado em saúde tem sido profundamente impactada pela incorporação de sistemas digitais que organizam, monitoram e integram informações clínicas e administrativas. Esses sistemas permitem maior rastreabilidade das ações assistenciais, contribuindo para decisões mais seguras e baseadas em evidências. A digitalização favorece uma visão sistêmica do paciente, articulando diferentes níveis de atenção e promovendo continuidade do cuidado (Sarinho *et al.*, 2024). Entre as principais ferramentas utilizadas destacam-se os prontuários eletrônicos, que centralizam informações clínicas e reduzem falhas comunicacionais entre equipes multiprofissionais. Ao substituir registros manuais fragmentados, esses sistemas ampliam a precisão das informações e facilitam auditorias internas e externas, fortalecendo a qualidade assistencial (Lino *et al.*, 2020).

Aplicativos móveis e plataformas web também vêm sendo utilizados como instrumentos estratégicos na gestão do cuidado. Essas ferramentas permitem acompanhamento remoto de pacientes, comunicação direta entre profissionais e usuários, além de acesso rápido a protocolos clínicos atualizados. A inovação digital amplia a agilidade e a eficiência nos fluxos assistenciais (Abreu *et al.*, 2025). No ambiente hospitalar, a implementação de dashboards gerenciais tem se mostrado eficaz na organização e visualização de indicadores críticos. Em unidades de terapia intensiva, por exemplo, sistemas digitais permitem monitoramento em tempo real de ocupação de leitos, parâmetros clínicos e desempenho assistencial, otimizando decisões estratégicas (Souza *et al.*, 2025). A gestão pública de serviços de saúde também se beneficia das tecnologias digitais ao integrar dados epidemiológicos, indicadores de qualidade e informações administrativas. O uso de plataformas informatizadas possibilita planejamento mais assertivo, alocação eficiente de recursos e monitoramento contínuo de resultados (Honorato *et al.*, 2025).

Em contextos de urgência e emergência, a implementação de sistemas de tecnologia da informação tem demonstrado impacto positivo na organização do fluxo de pacientes e na redução do tempo de espera. A digitalização contribui para maior controle do atendimento e melhoria na qualidade do cuidado prestado (Oliveira *et al.*, 2024). A

integração entre sistemas digitais e equipes multiprofissionais fortalece a coordenação do cuidado, reduzindo redundâncias e prevenindo falhas na comunicação. A articulação entre diferentes profissionais por meio de plataformas digitais favorece abordagem mais colaborativa e centrada no paciente (Koerich; Erdmann; Lanzoni, 2020). No campo cirúrgico, a incorporação de tecnologias digitais contribui para padronização de protocolos, planejamento operatório e monitoramento de resultados pós-operatórios. A inovação tecnológica no ensino e na prática cirúrgica reforça a segurança do paciente e a qualidade do cuidado (Falcão *et al.*, 2025).

Em especialidades de alta complexidade, como a neurocirurgia pediátrica, sistemas digitais auxiliam no planejamento terapêutico e no acompanhamento de resultados clínicos. A integração entre tecnologia e cuidado humanizado demonstra que a inovação pode coexistir com práticas centradas na criança e na família (Santos *et al.*, 2025). A transformação digital hospitalar envolve também processos de governança e cultura organizacional. A implementação de sistemas informatizados exige planejamento estratégico, treinamento das equipes e monitoramento contínuo de desempenho para que os benefícios sejam efetivamente consolidados (Sarinho *et al.*, 2024). Entretanto, a adoção de sistemas digitais não elimina desafios estruturais. Barreiras tecnológicas, resistência profissional e limitações orçamentárias podem comprometer a efetividade da implementação, exigindo estratégias de gestão participativa e educação permanente (Dias *et al.*, 2025).

A qualificação das equipes multiprofissionais é elemento central para o sucesso da gestão digital do cuidado. A incorporação de tecnologias deve ser acompanhada de formação contínua, garantindo que os profissionais compreendam funcionalidades, limitações e impactos éticos das ferramentas utilizadas (Silva *et al.*, 2025). Além disso, a interoperabilidade entre diferentes sistemas constitui requisito essencial para integração eficiente das informações. A fragmentação tecnológica pode gerar retrabalho e inconsistências de dados, comprometendo a segurança e a qualidade assistencial (Martins *et al.*, 2025). Assim, os sistemas digitais na gestão do cuidado representam instrumentos estratégicos para fortalecimento da qualidade e da segurança em saúde. Sua efetividade depende de integração tecnológica, capacitação profissional, governança estruturada e compromisso institucional com a melhoria contínua dos processos assistenciais (Honorato *et al.*, 2025).

3. Tecnologias Digitais e Segurança do Paciente

A segurança do paciente constitui um dos pilares centrais da qualidade assistencial, exigindo estratégias sistemáticas para prevenção de eventos adversos e redução de danos evitáveis. A incorporação de tecnologias digitais surge como ferramenta estratégica nesse cenário, ao permitir monitoramento contínuo, rastreabilidade de processos e padronização de protocolos clínicos (Lino *et al.*, 2020). Entre as principais contribuições das tecnologias digitais para a segurança do paciente destaca-se a redução de erros medicamentosos. Sistemas informatizados de prescrição eletrônica minimizam falhas de interpretação, identificam interações medicamentosas e emitem alertas automáticos, fortalecendo o controle terapêutico (Oliveira *et al.*, 2025).

A administração de medicamentos mediada por tecnologia, especialmente no âmbito da enfermagem, amplia a rastreabilidade e reduz riscos de erros na dispensação e na administração. A utilização de códigos de barras, registros eletrônicos e sistemas de dupla checagem contribui para maior segurança no cuidado (Duo; Renó; Boas, 2025). Além da prescrição eletrônica, aplicativos móveis voltados à segurança do cuidado têm sido desenvolvidos para auxiliar profissionais na tomada de decisão clínica e na consulta rápida a protocolos assistenciais. Essas ferramentas promovem acesso ágil à informação atualizada e favorecem práticas mais seguras (Santos *et al.*, 2020). Na assistência de enfermagem, a aplicabilidade das tecnologias digitais fortalece o registro sistemático das ações e a comunicação entre equipes. A digitalização dos processos reduz omissões de informações e facilita auditorias, contribuindo para cultura organizacional orientada à segurança (Lara *et al.*, 2024).

No cuidado perioperatório, sistemas digitais têm sido utilizados para monitoramento de etapas críticas, checklist cirúrgico e acompanhamento pós-operatório. A integração entre tecnologia e protocolos padronizados reduz a incidência de eventos adversos e amplia a confiabilidade do processo assistencial (Silva, 2022). A inovação no ensino operatório e na cirurgia geral também reforça a segurança do paciente, ao incorporar simulações digitais e monitoramento eletrônico de procedimentos. O uso dessas tecnologias contribui para formação mais segura e para aprimoramento das práticas clínicas (Falcão *et al.*, 2025).

Em especialidades de alta complexidade, como a neurocirurgia pediátrica, tecnologias digitais auxiliam no planejamento cirúrgico, monitoramento intraoperatório e avaliação de desfechos clínicos. A integração entre inovação tecnológica e cuidado humanizado fortalece práticas mais seguras em populações vulneráveis (Santos *et al.*, 2025). A segurança em sistemas de saúde conectados exige atenção específica à proteção de dados sensíveis e à integridade das informações clínicas. Vulnerabilidades tecnológicas podem comprometer confidencialidade e gerar riscos indiretos à segurança do paciente, demandando políticas robustas de segurança da informação (Martins *et al.*, 2025).

No contexto pós-operatório, a digitalização do monitoramento clínico também impõe desafios éticos e legais relacionados à privacidade e à responsabilidade profissional. A implementação de tecnologias deve estar alinhada a normas e práticas éticas que garantam proteção dos dados e qualidade do cuidado (Freires *et al.*, 2025). A participação da enfermagem é estratégica na consolidação de práticas seguras mediadas por tecnologia. Profissionais atuam na operacionalização dos sistemas, na identificação de falhas e na implementação de melhorias contínuas, fortalecendo a cultura de segurança institucional (Teixeira *et al.*, 2025). A formação multiprofissional com foco em segurança do paciente tem incorporado metodologias ativas e tecnologias digitais como ferramentas de aprendizagem. Essa abordagem fortalece competências técnicas e críticas necessárias para atuação segura em ambientes tecnologicamente complexos (Dias *et al.*, 2025).

O monitoramento da experiência do paciente por meio de sistemas digitais também contribui para identificação de fragilidades nos processos assistenciais. Plataformas que captam percepções e feedbacks ampliam transparência e permitem ajustes estratégicos voltados à segurança (Monteiro *et al.*, 2023). A participação de pacientes e familiares no processo de cuidado representa elemento complementar à segurança tecnológica. Quando informados e envolvidos, esses atores contribuem para identificação precoce de erros e fortalecimento de práticas mais seguras (Villar; Martins; Rabello, 2023).

Entretanto, a dependência excessiva de sistemas automatizados pode gerar complacência ou redução da vigilância crítica por parte dos profissionais. A tecnologia deve ser compreendida como suporte à prática clínica, e não como substituta do julgamento profissional e da responsabilidade ética (Lino *et al.*, 2020). Assim, as tecnologias digitais configuram-se como aliadas estratégicas na promoção da segurança do paciente, desde que integradas a cultura organizacional sólida, capacitação contínua

das equipes e políticas rigorosas de proteção de dados. A articulação entre inovação, ética e participação social constitui base essencial para consolidação de sistemas assistenciais mais seguros e confiáveis (Honorato *et al.*, 2025).

4. Enfermagem, Multiprofissionalidade e Educação Permanente

A consolidação da segurança do paciente em ambientes digitais depende diretamente da atuação integrada das equipes multiprofissionais, com destaque para o papel estratégico da enfermagem. Como categoria que permanece continuamente ao lado do paciente, a enfermagem ocupa posição central na operacionalização dos sistemas digitais, no monitoramento de riscos e na implementação de práticas seguras (Teixeira *et al.*, 2025). A integração de tecnologias digitais no cotidiano assistencial exige reorganização dos fluxos de trabalho e fortalecimento da comunicação interprofissional. Sistemas informatizados favorecem compartilhamento de informações em tempo real, reduzindo falhas comunicacionais e promovendo maior coordenação entre diferentes áreas da saúde (Koerich; Erdmann; Lanzoni, 2020).

A atuação multiprofissional na gestão do cuidado mediado por tecnologia requer clareza de responsabilidades e alinhamento de protocolos. A articulação entre médicos, enfermeiros, farmacêuticos, fisioterapeutas e demais profissionais fortalece a tomada de decisão compartilhada e amplia a segurança assistencial (Silva *et al.*, 2025). A enfermagem destaca-se na utilização de sistemas digitais voltados ao controle medicamentoso, registros eletrônicos e monitoramento clínico. A presença ativa da equipe de enfermagem na gestão desses sistemas contribui para prevenção de erros e para identificação precoce de eventos adversos (Duo; Renó; Boas, 2025). A educação permanente em saúde emerge como estratégia essencial para consolidar cultura de segurança no contexto digital. A rápida evolução tecnológica exige atualização contínua dos profissionais, garantindo domínio técnico e compreensão crítica das ferramentas utilizadas (Dias *et al.*, 2025).

Metodologias ativas associadas às tecnologias digitais têm sido incorporadas na formação multiprofissional com foco na segurança do paciente. Simulações virtuais, estudos de caso interativos e ambientes digitais colaborativos fortalecem competências técnicas e comportamentais necessárias para atuação segura (Dias *et al.*, 2025). A cultura de segurança institucional depende não apenas de sistemas tecnológicos eficientes, mas também de ambiente organizacional que estimule comunicação aberta e aprendizado

contínuo. A interação profissional qualificada contribui para construção de práticas colaborativas e melhoria constante dos processos assistenciais (Koerich; Erdmann; Lanzoni, 2020).

A qualificação das equipes multiprofissionais também deve contemplar aspectos éticos relacionados ao uso de tecnologias digitais. A proteção de dados, a confidencialidade das informações e o respeito à autonomia do paciente precisam ser incorporados à formação profissional de maneira sistemática (Freires *et al.*, 2025). A liderança da enfermagem na implementação de tecnologias digitais pode fortalecer práticas baseadas em evidências e promover maior adesão das equipes aos sistemas informatizados. A participação ativa da categoria no planejamento e na avaliação das ferramentas amplia sua efetividade (Teixeira *et al.*, 2025). A multiprofissionalidade também favorece análise crítica das limitações tecnológicas, evitando dependência excessiva de sistemas automatizados. O diálogo entre diferentes saberes contribui para decisões mais equilibradas e centradas no paciente (Lino *et al.*, 2020).

A educação permanente deve ser compreendida como processo contínuo e integrado à rotina institucional, e não como ação pontual. A incorporação de treinamentos regulares, atualizações sobre novas tecnologias e avaliação de desempenho fortalece a segurança organizacional (Silva *et al.*, 2025). Além disso, o envolvimento das equipes na construção e adaptação dos sistemas digitais aumenta senso de pertencimento e responsabilidade compartilhada. A participação ativa dos profissionais no desenvolvimento de protocolos digitais favorece maior adesão e eficiência na prática assistencial (Sarinho *et al.*, 2024).

A atuação integrada das equipes multiprofissionais também contribui para humanização do cuidado em ambientes altamente digitalizados. A tecnologia deve ser mediadora e não substituta da relação terapêutica, sendo responsabilidade coletiva garantir que a inovação esteja alinhada à sensibilidade clínica (Silva, 2022). Assim, a enfermagem, a multiprofissionalidade e a educação permanente configuram-se como pilares estruturantes da segurança do paciente na era digital. A articulação entre qualificação técnica, cultura organizacional e inovação tecnológica é fundamental para consolidar sistemas de saúde mais seguros, integrados e centrados na pessoa (Honorato *et al.*, 2025).

5. Tecnologias Digitais em Contextos Específicos de Alta Complexidade

Os contextos de alta complexidade em saúde exigem precisão técnica, agilidade na tomada de decisão e monitoramento contínuo dos pacientes. A incorporação de tecnologias digitais nesses cenários amplia a capacidade de resposta das equipes e fortalece estratégias de segurança do paciente. Sistemas informatizados tornam-se aliados indispensáveis na organização de processos críticos e na redução de riscos assistenciais (Silva *et al.*, 2024). Em unidades de urgência e emergência, a implementação de sistemas de tecnologia da informação contribui significativamente para o gerenciamento do fluxo de pacientes. Ferramentas digitais auxiliam na classificação de risco, organização de atendimentos e monitoramento de indicadores de desempenho, promovendo maior eficiência e qualidade no atendimento (Oliveira *et al.*, 2024).

A digitalização nesses ambientes também permite rastreamento de exames laboratoriais e de imagem em tempo real, reduzindo atrasos diagnósticos e facilitando decisões clínicas mais rápidas. A integração entre sistemas fortalece a comunicação entre setores e diminui falhas decorrentes de informações fragmentadas (Oliveira *et al.*, 2024). No âmbito cirúrgico, a inovação tecnológica tem transformado tanto o ensino operatório quanto a prática clínica. Simulações digitais, planejamento cirúrgico assistido por computador e monitoramento eletrônico ampliam a precisão dos procedimentos e reduzem a ocorrência de eventos adversos (Falcão *et al.*, 2025).

A cirurgia geral no século XXI incorpora sistemas digitais que permitem registro padronizado de protocolos, acompanhamento intraoperatório e avaliação de desfechos clínicos. Essas ferramentas contribuem para melhoria contínua da qualidade assistencial e fortalecimento da cultura de segurança (Falcão *et al.*, 2025). Em especialidades de maior complexidade, como a neurocirurgia pediátrica, as tecnologias digitais desempenham papel estratégico no planejamento terapêutico e no acompanhamento pós-operatório. A utilização de sistemas avançados favorece intervenções mais precisas e alinhadas às necessidades específicas do paciente infantil. A integração entre tecnologia e cuidado humanizado é particularmente relevante na pediatria, onde aspectos emocionais e familiares influenciam o processo terapêutico. Sistemas digitais que permitem comunicação transparente e acompanhamento contínuo fortalecem a confiança entre equipe, paciente e familiares (Santos *et al.*, 2025).

Nas unidades de terapia intensiva, dashboards digitais têm sido utilizados para monitoramento de parâmetros clínicos críticos e indicadores assistenciais. A visualização integrada de dados em tempo real possibilita intervenções rápidas e baseadas em evidências, contribuindo para redução de complicações (Souza *et al.*, 2025). A transformação digital hospitalar também envolve reestruturação da governança institucional, com adoção de sistemas integrados que conectam diferentes setores. Essa articulação favorece controle de infecções, gestão de leitos e monitoramento de eventos adversos de maneira mais eficiente (Sarinho *et al.*, 2024). Entretanto, a complexidade tecnológica nesses ambientes exige protocolos rigorosos de segurança da informação. Sistemas conectados podem apresentar vulnerabilidades que impactam confidencialidade e integridade dos dados clínicos, exigindo estratégias robustas de proteção (Martins *et al.*, 2025).

No período pós-operatório, o uso de plataformas digitais para monitoramento remoto amplia a segurança do paciente ao permitir acompanhamento contínuo após a alta hospitalar. Essa prática reduz reinternações e favorece identificação precoce de complicações (Freires *et al.*, 2025). A atuação da enfermagem em ambientes de alta complexidade é intensificada pela presença de tecnologias digitais. A mediação tecnológica exige domínio técnico, vigilância constante e capacidade crítica para interpretar dados gerados por sistemas automatizados (Teixeira *et al.*, 2025). A integração entre equipes multiprofissionais em contextos críticos também é fortalecida por plataformas digitais que centralizam informações clínicas. Essa coordenação reduz redundâncias e amplia eficiência na tomada de decisão compartilhada (Koerich; Erdmann; Lanzoni, 2020).

Apesar dos avanços, é necessário reconhecer que a dependência tecnológica pode gerar riscos caso ocorram falhas sistêmicas ou interrupções de rede. A preparação das equipes para contingências e a manutenção de protocolos alternativos são medidas essenciais para garantir continuidade do cuidado (Lino *et al.*, 2020). A qualificação contínua das equipes em ambientes de alta complexidade é fundamental para uso seguro das tecnologias digitais. Treinamentos periódicos e simulações contribuem para familiarização com sistemas e prevenção de erros decorrentes de uso inadequado (Dias *et al.*, 2025). Além disso, a avaliação constante do impacto das tecnologias na prática clínica permite ajustes estratégicos e aprimoramento dos sistemas implementados. A inovação

deve ser acompanhada de monitoramento rigoroso para garantir que resultados assistenciais sejam efetivamente positivos (Honorato *et al.*, 2025).

A experiência do paciente em contextos de alta complexidade também pode ser monitorada por meio de plataformas digitais que registram percepções sobre qualidade e segurança do atendimento. Essa escuta ativa contribui para aprimoramento dos processos institucionais (Monteiro *et al.*, 2023). Assim, as tecnologias digitais em contextos de alta complexidade configuram-se como instrumentos indispensáveis para fortalecimento da segurança do paciente, qualificação da gestão do cuidado e promoção de assistência mais precisa e integrada. Sua implementação exige equilíbrio entre inovação tecnológica, formação profissional contínua e compromisso ético com a centralidade do paciente (Silva *et al.*, 2024).

6. Segurança da Informação, Experiência do Paciente e Desafios Éticos

A expansão dos sistemas digitais na saúde trouxe avanços significativos na organização do cuidado, mas também ampliou a exposição de dados sensíveis a riscos tecnológicos. A segurança da informação tornou-se elemento estratégico para garantir confidencialidade, integridade e disponibilidade dos registros clínicos, especialmente em ambientes conectados e interoperáveis (Martins *et al.*, 2025).

A proteção de dados sensíveis envolve não apenas mecanismos técnicos, como criptografia e autenticação multifatorial, mas também governança institucional e cultura organizacional voltada à segurança. Falhas na gestão da informação podem comprometer a confiança do paciente e gerar impactos éticos e legais relevantes (Freires *et al.*, 2025). Em sistemas hospitalares integrados, a circulação constante de dados clínicos entre diferentes setores aumenta a complexidade da proteção informacional. A adoção de protocolos rígidos de controle de acesso e monitoramento contínuo é essencial para prevenir vazamentos e acessos indevidos (Martins *et al.*, 2025). No contexto pós-operatório, o uso de plataformas digitais para acompanhamento remoto exige atenção redobrada à privacidade do paciente. A transmissão de dados clínicos deve ocorrer dentro de padrões éticos e legais que garantam segurança e respeito à dignidade humana (Freires *et al.*, 2025).

A digitalização também impacta a experiência do paciente, que passa a interagir com sistemas eletrônicos para agendamento, acompanhamento terapêutico e

comunicação com equipes. Quando bem implementadas, essas ferramentas ampliam transparência e fortalecem o vínculo entre paciente e serviço de saúde. O monitoramento digital da experiência do paciente permite coleta sistemática de feedbacks, identificando fragilidades nos processos assistenciais e contribuindo para melhoria contínua da qualidade do cuidado. A escuta estruturada torna-se instrumento estratégico para aprimoramento institucional (Monteiro *et al.*, 2023).

A participação ativa de pacientes e familiares no processo de cuidado é reforçada pelo acesso a informações digitais claras e atualizadas. O envolvimento desses atores fortalece corresponsabilização e amplia vigilância sobre possíveis falhas assistenciais (Villar; Martins; Rabello, 2023). Entretanto, a digitalização pode gerar exclusão quando pacientes apresentam limitações tecnológicas ou dificuldades de acesso à internet. A equidade deve orientar implementação dos sistemas digitais, garantindo que todos tenham condições de usufruir dos benefícios da inovação (Abreu *et al.*, 2025). A ética no uso de sistemas digitais exige transparência quanto ao armazenamento e à utilização das informações coletadas. O paciente deve ser informado sobre finalidades do tratamento de dados e sobre mecanismos de proteção adotados pela instituição (Freires *et al.*, 2025).

O uso de inteligência artificial em sistemas conectados também levanta questionamentos éticos relacionados à tomada de decisão automatizada. A interpretação dos dados deve permanecer sob supervisão humana, evitando delegação irrestrita de decisões clínicas a algoritmos (Lino *et al.*, 2020). Em ambientes de alta complexidade, falhas de segurança da informação podem comprometer não apenas dados, mas também continuidade assistencial. Interrupções sistêmicas ou ataques cibernéticos representam riscos diretos à segurança do paciente (Martins *et al.*, 2025).

A cultura de segurança digital precisa ser incorporada à rotina das equipes multiprofissionais. Treinamentos específicos sobre proteção de dados e uso ético das plataformas são fundamentais para prevenir incidentes e fortalecer práticas responsáveis. A integração entre tecnologia e humanização do cuidado também constitui desafio relevante. Sistemas digitais não devem substituir escuta ativa e empatia, mas servir como suporte para qualificar a relação terapêutica (Silva, 2022). A governança digital hospitalar deve contemplar auditorias regulares, avaliação de riscos e atualização constante dos sistemas. A rápida evolução tecnológica exige monitoramento permanente para manutenção da segurança e da qualidade assistencial (Sarinho *et al.*, 2024).

A transparência institucional em relação a incidentes digitais fortalece confiança social e cultura de aprendizado organizacional. Reconhecer falhas e implementar melhorias contínuas é estratégia essencial para consolidação de sistemas mais seguros (Honorato *et al.*, 2025). A experiência do paciente também é impactada pela percepção de segurança digital. Quando os usuários confiam na proteção de seus dados e na integridade das informações clínicas, a adesão ao tratamento tende a ser maior (Monteiro *et al.*, 2023).

A participação ativa dos familiares, mediada por plataformas digitais, amplia apoio ao paciente e fortalece comunicação com a equipe assistencial. Essa integração contribui para redução de erros e melhoria na continuidade do cuidado (Villar; Martins; Rabello, 2023). Assim, segurança da informação, experiência do paciente e desafios éticos configuram dimensões indissociáveis da gestão digital do cuidado. A consolidação de sistemas seguros exige equilíbrio entre inovação tecnológica, governança estruturada e compromisso ético permanente, garantindo que a transformação digital esteja sempre orientada à proteção e ao bem-estar do paciente (Martins *et al.*, 2025).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida neste capítulo evidenciou que os sistemas digitais assumem papel estratégico na gestão do cuidado e no fortalecimento da segurança do paciente. A incorporação de prontuários eletrônicos, dashboards gerenciais, aplicativos móveis e plataformas integradas possibilita maior rastreabilidade das ações assistenciais, monitoramento de indicadores em tempo real e tomada de decisão baseada em dados. Esses avanços configuram um novo paradigma organizacional no qual tecnologia e qualidade caminham de forma articulada.

Observou-se que as tecnologias digitais contribuem de maneira significativa para a redução de erros medicamentosos, padronização de protocolos e fortalecimento da cultura de segurança institucional. A integração entre sistemas informatizados e atuação multiprofissional amplia a capacidade de prevenção de eventos adversos e promove maior confiabilidade nos processos assistenciais, especialmente em ambientes de alta complexidade. Entretanto, os benefícios da digitalização não eliminam os desafios estruturais e éticos associados à sua implementação. Questões relacionadas à segurança da informação, proteção de dados sensíveis, vulnerabilidades em sistemas conectados e dependência tecnológica exigem governança rigorosa e monitoramento contínuo. A

inovação precisa estar acompanhada de responsabilidade institucional e alinhamento às normas éticas e legais vigentes.

A qualificação permanente das equipes multiprofissionais emerge como condição indispensável para consolidação de sistemas digitais seguros e eficazes. A formação técnica deve ser acompanhada de reflexão crítica sobre limites e potencialidades da tecnologia, garantindo que o julgamento clínico e a centralidade do paciente permaneçam como fundamentos do cuidado.

A participação ativa de pacientes e familiares também se destaca como elemento essencial na promoção da segurança. Plataformas digitais que permitem monitoramento da experiência do usuário fortalecem transparência, corresponsabilização e melhoria contínua dos serviços. A transformação digital, portanto, precisa estar alinhada a práticas inclusivas e centradas na pessoa. Assim, os sistemas digitais para gestão do cuidado e segurança do paciente configuram-se como ferramentas potentes para qualificação dos serviços de saúde, desde que implementados com planejamento estratégico, governança estruturada e compromisso ético permanente. O futuro da saúde digital dependerá da capacidade de integrar inovação tecnológica, proteção de direitos e humanização do cuidado, consolidando ambientes assistenciais mais seguros, eficientes e socialmente responsáveis.

Referências Bibliográficas

- ABREU, F. M. *et al.* Desenvolvimento de tecnologias digitais para a saúde: aplicativos móveis e plataformas web como ferramentas de inovação e acesso. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 7, p. 2885-2892, 2025.
- DIAS, I. R. A. L. *et al.* Metodologias ativas e tecnologias digitais na formação multiprofissional para qualidade e segurança do paciente. **Revista Foco**, v. 18, n. 10, p. e9991, 2025.
- DUO, R. B. A.; RENÓ, B. F.; BOAS, D. S. V. O Impacto de Novas Tecnologias na Segurança do Paciente: O Papel da Enfermagem. **Unisanta Health Science**, v. 9, n. 2, p. 61-69, 2025.
- FALCÃO, R. O. *et al.* Cirurgia geral no século XXI: inovação, ensino operatório e segurança do paciente na era digital. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 14, p. e22595, 2025.
- FREIRES, R. A. *et al.* Segurança da informação em saúde digital no pós-operatório: riscos, legislação e práticas éticas. **ARACÊ**, v. 7, n. 8, p. e7478, 2025.
- HONORATO, P. F. *et al.* Gestão da qualidade em serviços de saúde pública: estratégias inovadoras e tecnologias digitais como ferramentas para a melhoria contínua do cuidado. **Revista Foco**, v. 18, n. 6, p. e8901, 2025.
- KOERICH, C.; ERDMANN, A. L.; LANZONI, G. M. M. Interação profissional na gestão da tríade: educação permanente em saúde, segurança do paciente e qualidade. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 28, p. e3379, 2020.
- LARA, S. H. O. *et al.* Aplicabilidade das tecnologias na assistência de enfermagem com foco na segurança do paciente. **Enferm. foco**, p. 1-7, 2024.
- LINO, A. F. S. P. *et al.* Tecnologias da informação e comunicação em saúde e a segurança do paciente. **Journal of Health Informatics**, v. 12, 2020.
- MARTINS, F. G. S. *et al.* Segurança em sistemas de saúde conectados: análise dos riscos e das boas práticas de proteção de dados sensíveis. **Revista Foco**, v. 18, n. 11, p. e10589, 2025.
- MONTEIRO, C. N. *et al.* Uso de tecnologias digitais para o monitoramento da experiência e segurança do paciente. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 23, n. 11, p. e14422, 2023.
- OLIVEIRA, A. N. *et al.* Tecnologia e inovação no atendimento de urgência e emergência: impacto da implementação de sistemas de tecnologia da informação no gerenciamento de pacientes e na qualidade do atendimento. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 8, p. 1-16, 2024.
- OLIVEIRA, V. C. E. *et al.* Segurança do paciente: barreiras tecnológicas e humanas na redução de erros medicamentosos. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 7, n. 3, p. 1108-1118, 2025.

RADUENZ, A. C. *et al.* Cuidados de enfermagem e segurança do paciente: visualizando a organização, acondicionamento e distribuição de medicamentos com método de pesquisa fotográfica. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 18, p. 1045-1054, 2010.

SANTOS, F. C. *et al.* Avanços e desafios na neurocirurgia pediátrica contemporânea: segurança, tecnologia e cuidado humanizado no paciente infantil. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 14, p. e22445, 2025.

SANTOS, R. K. *et al.* Aplicativos para dispositivos móveis voltados para a segurança no cuidado ao paciente. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e166922179, 2020.

SARINHO, A. P. M. *et al.* Implementação de tecnologias digitais na gestão do cuidado em saúde. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 6, p. e4870, 2024.

SILVA, A. V. F. *et al.* Tecnologias em saúde na qualificação das equipes multiprofissionais e na promoção da segurança do paciente. **Revista Foco**, v. 18, n. 12, p. e11153, 2025.

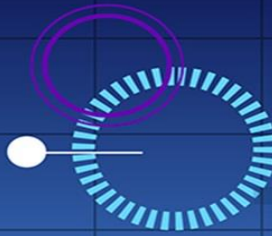
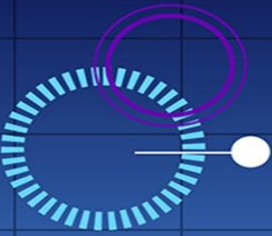
SILVA, L. L. T. A saúde digital e sua interface com a segurança do paciente e o cuidado perioperatório. **Revista SOBECC**, v. 27, 2022.

SILVA, M. F. *et al.* A era dos dispositivos digitais na promoção da saúde: conectando o cuidado. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 5, p. 1260-1288, 2024.

SOUZA, T. M. F. *et al.* Transformação digital hospitalar: Implementação de um dashboard para gestão avançada em Unidade de Terapia Intensiva (UTI). **Research, Society and Development**, v. 14, n. 2, p. e10614248321, 2025.

TEIXEIRA, C. M. *et al.* Integração de Tecnologias e o Papel Estratégico da Enfermagem na Segurança do Paciente. **Unisanta Health Science**, v. 9, n. 2, p. 70-76, 2025.

VILLAR, V. C. F. L.; MARTINS, M.; RABELLO, E. T. Qualidade do cuidado e segurança do paciente: o papel dos pacientes e familiares. **Saúde em Debate**, v. 46, p. 1174-1186, 2023.



CAPÍTULO 4

APPS E PLATAFORMAS DIGITAIS PARA PRESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DE TREINOS

Antônio Veimar da Silva
Leandro Paim da Cruz Carvalho

1. Introdução

A expansão das tecnologias digitais transformou profundamente a forma como a atividade física é prescrita, monitorada e avaliada. Aplicativos móveis, plataformas online e sistemas baseados em inteligência artificial passaram a integrar o cotidiano de profissionais e usuários, ampliando o acesso à orientação de treinos e promovendo maior autonomia na prática de exercícios. Essa digitalização acompanha tendências globais de mHealth e consolida novos modelos de intervenção voltados à promoção da saúde (Domin *et al.*, 2021).

No campo da Educação Física, a atuação profissional tem sido impactada pelo crescimento das plataformas digitais e pelo fortalecimento do empreendedorismo online. A consultoria esportiva deixou de se restringir ao espaço físico das academias, migrando também para ambientes virtuais que exigem novas competências gerenciais, tecnológicas e comunicacionais dos profissionais (Alves *et al.*, 2025). A prescrição de treinos mediada

por aplicativos permite personalização de programas de exercício com base em dados individuais, histórico de desempenho e objetivos específicos. A incorporação de inteligência artificial amplia a capacidade de adaptação dos treinos, oferecendo feedback em tempo real e ajustes automatizados conforme evolução do usuário (Encarnação, 2025).

Estudos recentes demonstram que intervenções baseadas em aplicativos móveis podem promover mudanças positivas no comportamento físico quando comparadas a estratégias educativas isoladas. O uso de sistemas de feedback de desempenho favorece maior engajamento e adesão à prática regular de exercícios (Chukwuemeka *et al.*, 2025). A comparação entre supervisão presencial e acompanhamento digital revela que ambas as modalidades apresentam benefícios específicos, dependendo do perfil do público atendido. Em populações como idosos, a combinação entre supervisão presencial e aplicativos pode potencializar ganhos na capacidade funcional e na autonomia (Kunitake, 2022). Estratégias de gamificação também têm sido incorporadas às plataformas digitais com o objetivo de aumentar motivação e aderência aos programas de treinamento. A utilização de recompensas virtuais, metas progressivas e integração com redes sociais fortalece o compromisso do usuário com a prática regular de atividade física (Zhang *et al.*, 2025).

Entretanto, o crescimento do mercado de aplicativos de treino também levanta questionamentos quanto à confiabilidade, qualidade científica e segurança das prescrições automatizadas. Nem todas as plataformas apresentam validação adequada, o que reforça a importância da supervisão profissional qualificada na utilização dessas ferramentas (Silva; Cerutti, 2024). Diante desse cenário, este capítulo tem como objetivo analisar os fundamentos, aplicações, evidências científicas, desafios e perspectivas relacionadas aos aplicativos e plataformas digitais para prescrição e avaliação de treinos. Busca-se compreender como essas tecnologias podem contribuir para promoção da saúde de forma segura, eficaz e eticamente responsável, articulando inovação tecnológica e atuação profissional qualificada (Cox *et al.*, 2025).

2. Transformação Digital na Educação Física e no Mercado de Treinamento

A transformação digital redefiniu a atuação do profissional de Educação Física, ampliando os espaços de intervenção para além das academias e centros esportivos

tradicionais. A incorporação de plataformas digitais de treino, aplicativos móveis e sistemas de acompanhamento remoto criou novas possibilidades de prescrição, monitoramento e relacionamento com os alunos. Esse movimento acompanha a consolidação da economia digital e exige atualização constante das competências profissionais. O empreendedorismo digital tornou-se uma das principais tendências no setor, permitindo que profissionais desenvolvam consultorias online, programas personalizados e produtos digitais voltados à promoção da saúde. A presença em plataformas digitais exige domínio não apenas técnico, mas também gerencial e estratégico, fortalecendo o perfil multifuncional do educador físico contemporâneo (Alves *et al.*, 2025).

A pandemia acelerou o processo de digitalização no campo do treinamento físico, impulsionando o uso de plataformas online e exergames como alternativas à prática presencial. Esse cenário evidenciou o potencial das tecnologias disruptivas para manter continuidade do cuidado e estimular a prática regular de atividade física mesmo em contextos adversos (Cardoso, 2025). A atuação profissional no ambiente online exige redefinição de estratégias pedagógicas e metodológicas. O planejamento de treinos em plataformas digitais demanda organização clara, acompanhamento de métricas e comunicação eficiente para garantir segurança e eficácia das intervenções (Roversi; Testa Junior, 2020).

A digitalização também favorece maior alcance geográfico dos serviços, permitindo que profissionais atendam clientes em diferentes regiões e contextos sociais. Essa ampliação de mercado fortalece oportunidades de atuação, mas também aumenta a concorrência e exige diferenciação baseada em qualidade e evidência científica (Alves *et al.*, 2025). No campo acadêmico, plataformas digitais têm sido desenvolvidas como ferramentas de apoio à formação em medicina esportiva e prescrição de exercícios. Essas iniciativas demonstram que a transformação digital não se limita ao mercado, mas também impacta processos formativos e produção de conhecimento na área da saúde (Arcanjo, 2024). O desenvolvimento de softwares e aplicativos específicos para profissionais da saúde evidencia a necessidade de integração entre tecnologia e fundamentação científica. A transição da ideia à implementação requer planejamento estruturado, validação metodológica e avaliação contínua de desempenho das plataformas (Basilio, 2025).

Além da expansão comercial, a transformação digital influencia diretamente a relação entre profissional e aluno. A interação mediada por tecnologia exige novas formas de acompanhamento, feedback e motivação, fortalecendo a importância da comunicação clara e do suporte contínuo (Roversi; Testa Junior, 2020). As plataformas digitais também possibilitam integração com dispositivos vestíveis e sistemas de monitoramento em tempo real, ampliando controle sobre variáveis como frequência cardíaca, intensidade e volume de treino. Essa conectividade favorece ajustes mais precisos e individualizados (Domin *et al.*, 2021). Entretanto, a rápida expansão do mercado digital impõe desafios regulatórios e éticos, especialmente no que diz respeito à qualificação profissional e responsabilidade técnica. A oferta indiscriminada de programas padronizados pode comprometer segurança e qualidade das intervenções (Silva; Cerutti, 2024).

A transformação digital também exige desenvolvimento de competências em análise de dados, marketing digital e gestão de plataformas. O profissional contemporâneo precisa compreender indicadores de desempenho e métricas de engajamento para aprimorar serviços e fortalecer sua atuação no ambiente online (Alves *et al.*, 2025). Assim, a transformação digital na Educação Física e no mercado de treinamento configura-se como processo irreversível, que amplia oportunidades de atuação, mas exige qualificação técnica, responsabilidade ética e fundamentação científica sólida. A integração entre tecnologia e prática profissional deve ocorrer de maneira estratégica, garantindo que inovação esteja alinhada à promoção segura e eficaz da saúde (Cardoso, 2025).

3. Prescrição Digital de Exercícios e Inteligência Artificial

A prescrição digital de exercícios representa uma das principais inovações no campo da atividade física e da saúde, ao integrar algoritmos, bancos de dados e sistemas automatizados para elaboração de programas personalizados. Diferentemente dos modelos tradicionais, nos quais o planejamento era realizado exclusivamente de forma manual, as plataformas digitais permitem ajustes dinâmicos com base no desempenho e nas respostas fisiológicas do usuário. A utilização de inteligência artificial na prescrição do treinamento individualizado amplia a capacidade de personalização, considerando variáveis como idade, condição clínica, nível de aptidão e objetivos específicos. Sistemas baseados em aprendizado de máquina conseguem identificar padrões de evolução e

sugerir adaptações progressivas, favorecendo maior precisão nas intervenções (Encarnação, 2025).

Aplicativos que utilizam reforço adaptativo têm demonstrado potencial para aumentar satisfação e intensidade do exercício. Ensaios clínicos randomizados apontam que intervenções mediadas por algoritmos ajustáveis podem melhorar a experiência do usuário e estimular maior comprometimento com o programa de treinamento (Doherty *et al.*, 2024). Intervenções baseadas em mHealth também têm mostrado resultados positivos na prescrição de treinamento resistido. Evidências indicam que aplicativos estruturados podem promover aumento da prática regular de exercícios quando comparados a intervenções educativas isoladas, especialmente quando incluem feedback personalizado (Cox *et al.*, 2025). Em populações com doenças crônicas, a prescrição digital personalizada tem contribuído para melhorias significativas nos níveis de atividade física. Ensaios clínicos demonstram que programas ajustados às condições individuais, associados a intervenções em redes sociais, favorecem maior adesão e benefícios clínicos (Gao *et al.*, 2023).

O uso de aplicativos móveis para fornecer feedback de desempenho em tempo real mostrou-se mais eficaz na promoção do comportamento ativo do que intervenções educativas tradicionais. A retroalimentação constante fortalece autorregulação e percepção de progresso, fatores fundamentais para manutenção da prática regular (Chukwuemeka *et al.*, 2025). No contexto acadêmico, o desenvolvimento de plataformas digitais voltadas à medicina esportiva reforça o papel da tecnologia na formação profissional. A criação de ambientes virtuais para apoio à prescrição demonstra que a digitalização também contribui para qualificação técnica dos futuros profissionais (Arcanjo, 2024).

A transição da concepção de um software para sua implementação prática exige planejamento metodológico e validação científica rigorosa. O desenvolvimento de aplicativos eficazes demanda integração entre conhecimentos da saúde, tecnologia e design centrado no usuário (Basilio, 2025). Entretanto, a prescrição automatizada não substitui a avaliação clínica individualizada. A inteligência artificial deve atuar como ferramenta complementar à expertise profissional, garantindo que ajustes considerem fatores subjetivos e contextuais não captados integralmente pelos algoritmos (Roversi; Testa Junior, 2020).

A confiabilidade dos aplicativos de treino ainda é objeto de debate, especialmente quando plataformas comerciais oferecem programas padronizados sem supervisão adequada. A ausência de fundamentação científica pode comprometer segurança e resultados das intervenções (Silva; Cerutti, 2024). Em idosos, o uso de aplicativos com supervisão híbrida, combinando acompanhamento presencial e remoto, tem demonstrado efeitos positivos na capacidade funcional. A integração entre tecnologia e suporte profissional potencializa resultados e reduz riscos associados ao exercício inadequado (Kunitake, 2022). A comparação entre diferentes plataformas digitais evidencia que a usabilidade e a clareza das instruções influenciam diretamente a adesão. Aplicativos com interface intuitiva e feedback estruturado apresentam maior aceitação por parte dos usuários (Moreira *et al.*, 2025).

Além da personalização, a integração com dispositivos vestíveis amplia o monitoramento da intensidade, frequência cardíaca e volume de treino. Essa conectividade favorece análises mais precisas e possibilita intervenções preventivas diante de respostas fisiológicas inadequadas (Domin *et al.*, 2021). Assim, a prescrição digital de exercícios mediada por inteligência artificial configura-se como avanço promissor na promoção da atividade física baseada em evidências. Contudo, sua efetividade depende de validação científica, supervisão profissional qualificada e uso ético das tecnologias, assegurando que inovação esteja alinhada à segurança e à qualidade do cuidado (Cox *et al.*, 2025).

4. Evidências Científicas sobre mHealth e Adesão ao Exercício

A consolidação dos aplicativos móveis como ferramentas de promoção da atividade física impulsionou a realização de estudos científicos voltados à avaliação de sua eficácia. Revisões de escopo indicam que intervenções baseadas em smartphones apresentam potencial significativo para aumentar níveis de atividade física, especialmente quando combinadas com estratégias comportamentais estruturadas (Domin *et al.*, 2021). Ensaios clínicos randomizados têm demonstrado que aplicativos que fornecem feedback de desempenho personalizado produzem melhores resultados do que intervenções educativas tradicionais. A retroalimentação contínua fortalece autorregulação, percepção de progresso e engajamento do usuário na prática regular de exercícios (Chukwuemeka *et al.*, 2025).

Intervenções baseadas em reforço adaptativo, apoiadas por inteligência artificial, também apresentaram aumento na intensidade do exercício e maior satisfação dos usuários. O uso de algoritmos capazes de ajustar automaticamente o programa de treino contribui para maior aderência ao longo do tempo (Doherty *et al.*, 2024). No contexto do treinamento resistido, estudos apontam que intervenções mHealth podem promover melhorias significativas quando comparadas a abordagens convencionais. Aplicativos que oferecem prescrição estruturada e monitoramento sistemático favorecem maior consistência na execução dos treinos (Cox *et al.*, 2025).

Entre idosos, a utilização de aplicativos associada à supervisão presencial ou remota demonstrou efeitos positivos na capacidade funcional. A combinação entre tecnologia e acompanhamento profissional potencializa resultados e contribui para maior segurança na prática de exercícios (Kunitake, 2022). Ensaios clínicos realizados com adultos mais velhos evidenciaram que intervenções gamificadas baseadas em mHealth podem aumentar adesão a programas personalizados de exercício, especialmente em indivíduos com doenças crônicas. A incorporação de elementos motivacionais digitais mostrou-se relevante para manutenção do comportamento ativo (Zhang *et al.*, 2025). Em pacientes oncológicos, programas de exercício personalizados associados a intervenções em redes sociais demonstraram aumento significativo na prática de atividade física. A integração entre prescrição digital e suporte social amplia engajamento e benefícios clínicos (Gao *et al.*, 2023).

A literatura também destaca que a efetividade das intervenções digitais depende do desenho metodológico do aplicativo, incluindo clareza das instruções, personalização adequada e facilidade de uso. Aplicações mal estruturadas apresentam menor impacto na adesão (Baptista *et al.*, 2024). Comparações entre diferentes plataformas indicam que a usabilidade influencia diretamente o sucesso da intervenção. Aplicativos intuitivos e com design centrado no usuário favorecem maior engajamento e menor taxa de abandono (Moreira *et al.*, 2025). Além da adesão, estudos têm analisado impactos fisiológicos das intervenções mHealth, observando melhorias em parâmetros como aptidão cardiorrespiratória, força muscular e controle metabólico. Esses resultados reforçam o potencial das plataformas digitais como ferramentas complementares à prática presencial (Cox *et al.*, 2025).

Entretanto, a literatura também aponta limitações, como variabilidade metodológica entre estudos e diferenças no tempo de acompanhamento. A

heterogeneidade das intervenções dificulta comparações diretas e exige cautela na generalização dos resultados (Domin *et al.*, 2021). Outro aspecto relevante refere-se à manutenção da adesão a longo prazo. Embora muitos aplicativos apresentem bons resultados iniciais, a continuidade da prática depende de estratégias motivacionais consistentes e acompanhamento profissional (Zhang *et al.*, 2025). A supervisão híbrida, combinando acompanhamento presencial e remoto, tem sido apontada como modelo promissor para maximizar resultados. Essa abordagem integra benefícios da interação humana com a praticidade da tecnologia digital (Kunitake, 2022).

No campo educacional, o desenvolvimento de plataformas digitais específicas para formação em prescrição de exercícios demonstra que a tecnologia também contribui para qualificação profissional, impactando indiretamente a qualidade das intervenções aplicadas à população (Arcanjo, 2024). A confiança na eficácia das plataformas digitais está diretamente relacionada à presença de validação científica e transparência metodológica. Aplicativos desenvolvidos com base em evidências apresentam maior credibilidade e segurança para uso clínico (Silva; Cerutti, 2024). Assim, as evidências científicas indicam que intervenções mHealth possuem potencial significativo para promover adesão ao exercício e melhoria de indicadores de saúde, especialmente quando associadas a personalização, feedback contínuo e supervisão profissional qualificada. O desafio futuro reside na consolidação de modelos sustentáveis e cientificamente validados que garantam segurança, eficácia e acessibilidade à população (Cox *et al.*, 2025).

5. Avaliação Funcional e Monitoramento por Aplicativos

A avaliação funcional é elemento essencial na prescrição adequada de exercícios, pois permite identificar capacidades físicas, limitações e necessidades específicas de cada indivíduo. Com o avanço das tecnologias digitais, aplicativos passaram a incorporar ferramentas de avaliação remota que auxiliam no acompanhamento do desempenho e na adaptação dos treinos de forma sistemática (Domin *et al.*, 2021). O monitoramento digital possibilita coleta contínua de dados relacionados à frequência cardíaca, intensidade do esforço, volume de treino e padrões de movimento. A integração com dispositivos vestíveis amplia a precisão dessas informações, favorecendo ajustes mais individualizados e baseados em evidências (Cox *et al.*, 2025).

Em idosos, o uso de aplicativos para monitoramento da capacidade funcional tem demonstrado resultados positivos quando associado à supervisão profissional. Estudos indicam que a combinação entre tecnologia e acompanhamento presencial ou remoto potencializa ganhos na mobilidade, equilíbrio e resistência (Kunitake, 2022). Aplicativos desenvolvidos especificamente para prescrição e acompanhamento de exercícios resistidos também apresentam recursos de avaliação periódica, permitindo comparação de desempenho ao longo do tempo. Essa funcionalidade favorece identificação de progressos e necessidade de ajustes programados (Moreira *et al.*, 2025). A comparação entre plataformas digitais evidencia que a usabilidade influencia diretamente a qualidade do monitoramento. Sistemas com interface clara e feedback estruturado facilitam compreensão dos resultados pelo usuário, aumentando engajamento e adesão (baptista *et al.*, 2024).

A avaliação funcional mediada por aplicativos também pode contribuir para acompanhamento de populações com doenças crônicas. Intervenções personalizadas associadas ao monitoramento digital permitem controle mais preciso da intensidade do exercício e redução de riscos (Gao *et al.*, 2023). O uso de inteligência artificial no monitoramento amplia a capacidade de análise dos dados coletados, identificando padrões de desempenho e sugerindo adaptações automáticas. Essa abordagem favorece prescrição dinâmica e ajustada às respostas individuais (Encarnação, 2025). Entretanto, a avaliação remota apresenta limitações, especialmente quando envolve testes que exigem supervisão técnica detalhada. A ausência de correção presencial pode comprometer a execução adequada dos movimentos e gerar riscos de lesão (Roversi; Testa Junior, 2020).

A supervisão híbrida tem sido apontada como modelo mais eficaz para conciliar precisão técnica e praticidade digital. A presença periódica do profissional, aliada ao monitoramento contínuo por aplicativo, fortalece segurança e eficácia do programa de treinamento (Kunitake, 2022). Além do desempenho físico, aplicativos também permitem monitoramento de variáveis comportamentais, como frequência de treinos e tempo de adesão. Esses indicadores auxiliam na compreensão do engajamento do usuário e na identificação de possíveis barreiras à continuidade (Chukwuemeka *et al.*, 2025).

Em ambientes educacionais, plataformas digitais voltadas à medicina esportiva demonstram potencial para auxiliar estudantes na compreensão de parâmetros avaliativos e critérios de prescrição segura. A tecnologia, nesse contexto, contribui para formação mais qualificada (Arcanjo, 2024). A integração entre biomecânica e tecnologias

de saúde também fortalece avaliação funcional por meio de análise de movimento digitalizada. Sistemas que capturam dados biomecânicos ampliam precisão diagnóstica e auxiliam na prevenção de lesões (Moreira *et al.*, 2025). A confiabilidade dos aplicativos depende da validação científica dos métodos de avaliação incorporados. Ferramentas baseadas em protocolos reconhecidos apresentam maior segurança e credibilidade para uso profissional (Silva; Cerutti, 2024).

O monitoramento contínuo também favorece identificação precoce de sinais de sobrecarga ou fadiga excessiva, permitindo intervenções preventivas. Essa capacidade de ajuste rápido constitui vantagem significativa em relação a modelos exclusivamente presenciais (Doherty *et al.*, 2024). Assim, a avaliação funcional e o monitoramento por aplicativos configuram-se como recursos estratégicos para qualificação da prescrição de exercícios, desde que utilizados com fundamentação científica e supervisão profissional adequada. A integração entre tecnologia, análise de dados e prática segura fortalece a promoção da saúde baseada em evidências (Cox *et al.*, 2025).

6. Usabilidade, Segurança e Confiabilidade das Plataformas

A expansão dos aplicativos de prescrição e avaliação de treinos trouxe consigo a necessidade de avaliar critérios de usabilidade, segurança e confiabilidade científica dessas ferramentas. Nem todas as plataformas disponíveis no mercado apresentam validação adequada, o que pode comprometer a qualidade das intervenções propostas. A análise crítica dessas dimensões torna-se essencial para garantir práticas seguras e baseadas em evidências (Silva; Cerutti, 2024). A usabilidade refere-se à facilidade de uso, clareza da interface e capacidade do aplicativo de atender às necessidades do usuário de forma intuitiva. Estudos que avaliaram aplicações web de prescrição de exercícios para idosos indicam que interfaces simplificadas e feedback estruturado favorecem maior adesão e satisfação (Baptista *et al.*, 2024).

Comparações entre diferentes aplicativos demonstram que sistemas com organização clara, instruções detalhadas e navegação objetiva apresentam melhores resultados em termos de aceitação e continuidade de uso. A experiência do usuário é fator determinante para o sucesso da intervenção digital (Moreira *et al.*, 2025). A segurança na prescrição digital envolve não apenas aspectos tecnológicos, mas também responsabilidade profissional. Aplicativos que oferecem programas genéricos e

padronizados, sem considerar individualidade biológica e condições clínicas, podem expor usuários a riscos de lesão ou sobrecarga (Roversi; Testa Junior, 2020).

A presença de validação científica é critério fundamental para confiabilidade das plataformas. Aplicativos desenvolvidos com base em estudos clínicos e protocolos reconhecidos apresentam maior credibilidade e potencial de efetividade (Cox *et al.*, 2025). Entretanto, parte significativa dos aplicativos disponíveis nas lojas digitais não possui respaldo científico claro, o que reforça a importância da supervisão profissional na utilização dessas ferramentas. O uso indiscriminado pode gerar expectativas irreais ou resultados inconsistentes (Silva; Cerutti, 2024). Além da prescrição inadequada, a segurança também envolve proteção de dados pessoais e informações de saúde. Aplicativos que coletam dados biométricos e comportamentais devem adotar políticas transparentes de armazenamento e uso dessas informações, garantindo privacidade do usuário (Basilio, 2025).

O desenvolvimento responsável de softwares para a área da saúde exige integração entre tecnologia, ética e legislação. A transição da ideia à implementação deve considerar padrões de qualidade, testes de validação e atualização constante da plataforma (Basilio, 2025). A confiabilidade das plataformas também depende da precisão dos algoritmos utilizados na personalização dos treinos. Sistemas baseados em inteligência artificial precisam ser continuamente ajustados para evitar vieses e erros na recomendação de exercícios (Encarnação, 2025). A supervisão híbrida tem sido apontada como estratégia eficaz para aumentar segurança e confiabilidade. A combinação entre acompanhamento profissional e uso de aplicativos reduz riscos associados à automação excessiva e fortalece qualidade das intervenções (Kunitake, 2022).

Outro aspecto relevante refere-se à adequação das plataformas a diferentes públicos, como idosos ou pessoas com doenças crônicas. Interfaces complexas ou instruções pouco claras podem limitar adesão e comprometer segurança nesses grupos específicos (Zhang *et al.*, 2025). A avaliação contínua das plataformas por meio de pesquisas e ensaios clínicos contribui para aprimoramento das funcionalidades e correção de falhas. A produção científica na área é fundamental para consolidar padrões de qualidade no mercado digital de treinos. A responsabilidade do profissional de Educação Física permanece central, mesmo em ambientes digitais. A tecnologia deve atuar como ferramenta de apoio, e não como substituta da análise técnica e do acompanhamento individualizado (Alves *et al.*, 2025).

A ética profissional também exige transparência quanto às limitações das plataformas utilizadas. Informar o usuário sobre potencialidades e restrições do aplicativo fortalece relação de confiança e evita práticas enganosas (Roversi; Testa Junior, 2020). Portanto, usabilidade, segurança e confiabilidade constituem pilares essenciais para consolidação das plataformas digitais de prescrição e avaliação de treinos. A integração entre validação científica, supervisão profissional e design centrado no usuário é condição indispensável para garantir que a inovação tecnológica esteja alinhada à promoção segura e eficaz da saúde (Doherty *et al.*, 2024).

7. Gamificação, Engajamento e Experiência do Usuário

A adesão à prática regular de atividade física constitui um dos principais desafios das intervenções em saúde. Nesse contexto, a gamificação tem sido incorporada às plataformas digitais como estratégia para aumentar motivação, engajamento e permanência nos programas de treinamento. Elementos como metas progressivas, recompensas virtuais e desafios interativos contribuem para tornar a experiência mais atrativa. A utilização de recursos lúdicos nos aplicativos estimula o senso de conquista e competição saudável, favorecendo maior comprometimento com a rotina de exercícios. Estudos indicam que intervenções gamificadas apresentam melhores taxas de adesão quando comparadas a programas convencionais sem elementos motivacionais digitais (Zhang *et al.*, 2025).

O feedback em tempo real constitui componente essencial da experiência do usuário em plataformas digitais. Aplicativos que fornecem retorno imediato sobre desempenho, intensidade e evolução fortalecem percepção de progresso e incentivam continuidade da prática (Chukwuemeka *et al.*, 2025). A personalização dos desafios também influencia o engajamento. Sistemas baseados em inteligência artificial que ajustam metas conforme evolução individual tornam a experiência mais significativa e adequada às capacidades do usuário (Doherty *et al.*, 2024). A integração com redes sociais amplia o suporte comunitário e reforça motivação extrínseca. Compartilhamento de resultados e interação com outros usuários favorecem senso de pertencimento e compromisso coletivo com a prática de atividade física (Gao *et al.*, 2023).

No contexto de doenças crônicas, a gamificação tem se mostrado eficaz na manutenção do comportamento ativo. Intervenções personalizadas associadas a

estratégias motivacionais digitais promovem maior regularidade e melhores indicadores de saúde (Gao *et al.*, 2023). Entre idosos, elementos de jogo e desafios graduais auxiliam na superação de barreiras relacionadas à desmotivação e insegurança. Aplicativos estruturados de forma acessível e intuitiva favorecem participação ativa e autonomia (Kunitake, 2022). A experiência do usuário também depende da clareza da interface e da facilidade de navegação. Plataformas com design centrado no usuário tendem a apresentar maior aceitação e menor taxa de abandono (Baptista *et al.*, 2024).

Comparações entre aplicativos demonstram que usabilidade e organização visual influenciam diretamente o engajamento. Sistemas com instruções objetivas e acompanhamento simplificado são mais eficazes na manutenção da adesão (Moreira *et al.*, 2025). Entretanto, a gamificação excessiva pode gerar foco exagerado em recompensas externas, reduzindo motivação intrínseca para prática de atividade física. O equilíbrio entre estímulo lúdico e conscientização sobre benefícios à saúde é fundamental (Domin *et al.*, 2021). A integração entre gamificação e acompanhamento profissional fortalece a segurança das intervenções. A presença do educador físico permite ajustes técnicos adequados e evita que o entusiasmo digital leve à execução inadequada dos exercícios (Roversi; Testa Junior, 2020).

A experiência positiva do usuário está diretamente relacionada à percepção de suporte contínuo. Aplicativos que oferecem canais de comunicação com profissionais ampliam confiança e promovem maior fidelização (Alves *et al.*, 2025). Além da motivação, plataformas digitais podem incorporar conteúdos educativos que reforcem compreensão sobre biomecânica, prevenção de lesões e importância da regularidade. Essa abordagem integra conhecimento e prática de forma mais consistente (Moreira *et al.*, 2025).

A análise de dados comportamentais permite identificar padrões de desistência e propor intervenções específicas para retenção do usuário. A inteligência artificial contribui para estratégias personalizadas de engajamento (Encarnação, 2025). A manutenção da adesão a longo prazo permanece desafio central. Estudos indicam que intervenções digitais apresentam melhores resultados quando combinadas com metas realistas, acompanhamento periódico e reforço positivo contínuo (Cox *et al.*, 2025). A confiabilidade da experiência digital também depende da percepção de segurança e privacidade dos dados. Usuários tendem a manter maior engajamento quando confiam na proteção de suas informações pessoais (Basilio, 2025).

O desenvolvimento responsável de plataformas gamificadas exige fundamentação científica e avaliação constante dos impactos comportamentais. A inovação deve estar alinhada a princípios éticos e objetivos claros de promoção da saúde (Silva; Cerutti, 2024). Contudo, gamificação, engajamento e experiência do usuário configuram dimensões estratégicas para o sucesso dos aplicativos de prescrição e avaliação de treinos. Quando integradas à supervisão profissional e à validação científica, essas estratégias potencializam adesão, motivação e resultados sustentáveis na promoção da atividade física (Zhang *et al.*, 2025).

8. Considerações Finais

A análise desenvolvida neste capítulo evidenciou que os aplicativos e plataformas digitais para prescrição e avaliação de treinos representam uma transformação significativa na promoção da atividade física e na atuação do profissional de Educação Física. A incorporação de inteligência artificial, monitoramento em tempo real e personalização baseada em dados ampliou as possibilidades de intervenção, tornando os programas de exercício mais acessíveis e adaptáveis às necessidades individuais.

As evidências científicas demonstram que intervenções baseadas em mHealth podem aumentar níveis de atividade física, especialmente quando associadas a feedback personalizado, gamificação e suporte social. Ensaios clínicos indicam que aplicativos estruturados e validados apresentam resultados superiores quando comparados a estratégias educativas isoladas, reforçando o potencial das tecnologias digitais na promoção da saúde. Entretanto, a expansão do mercado digital também impõe desafios relevantes, especialmente no que se refere à confiabilidade científica, segurança da prescrição e proteção de dados pessoais. A ausência de validação adequada em parte das plataformas disponíveis reforça a necessidade de supervisão profissional qualificada e uso ético das tecnologias.

A usabilidade e a experiência do usuário destacam-se como fatores determinantes para adesão e permanência nos programas digitais de treinamento. Interfaces intuitivas, design centrado no usuário e estratégias motivacionais estruturadas favorecem maior engajamento, mas devem estar alinhadas a objetivos de saúde sustentáveis e cientificamente fundamentados. A atuação do profissional de Educação Física permanece central nesse cenário, mesmo diante da automação e da inteligência artificial. A tecnologia

deve ser compreendida como ferramenta complementar, capaz de ampliar alcance e precisão das intervenções, mas nunca como substituta da avaliação clínica, do julgamento técnico e da responsabilidade ética.

Os apps e plataformas digitais para prescrição e avaliação de treinos configuram-se como instrumentos promissores para promoção da saúde baseada em evidências, desde que integrados a práticas profissionais qualificadas, validação científica rigorosa e governança ética adequada. O futuro da prescrição digital dependerá da capacidade de equilibrar inovação tecnológica, segurança e humanização, consolidando modelos sustentáveis e socialmente responsáveis de promoção da atividade física.

Referências Bibliográficas

ALVES, S. G. R. *et al.* Consultoria Esportiva e Empreendedorismo Digital: competências gerenciais do profissional de Educação Física na era das plataformas digitais. **EaD & Tecnologias Digitais na Educação**, v. 13, n. 19, p. 285-293, 2025.

ARCANJO, F. L. P. **Desenvolvimento de uma plataforma móvel digital para auxílio de alunos de medicina sobre medicina esportiva**. 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino na Saúde e Tecnologias Educacionais) – Centro Universitário Christus, Fortaleza, 2024.

BAPTISTA, F. *et al.* Avaliação da Usabilidade e Adequação de uma Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico para Pessoas Idosas. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. E65, p. 344-358, 2024.

BASILIO, T. M. P. **Softwares e aplicativos: da ideia à implementação** – um guia prático para melhorar o aprendizado de profissionais da área da saúde. 2025. 101 f. Dissertação (Mestrado em Cirurgia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM).

BENEVIDES, A. M. L. N. **Desenvolvimento e avaliação de uma plataforma digital como recurso pedagógico em conduta do diabetes mellitus tipo 2 para graduandos em medicina**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino em Saúde e Tecnologias Educacionais) – Centro Universitário Christus, Fortaleza, 2021.

CAMPANHÃ, L. M. F. **Impactos de diferentes modalidades de supervisão de exercício na saúde de pessoas com hipertensão e diabetes tipo 2**. 2025. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2025.

CARDOSO, D. Tecnologias disruptivas: impactos pandêmicos e tendências para os profissionais de educação física em relação ao uso de exergames e plataformas de treinamento online. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 33, n. 1, 2025.

CHUKWUEMEKA, U. M. *et al.* Mobile-application-based performance feedback improves physical activity behaviour compared to education alone: a randomised controlled trial. **BMC Digital Health**, v.3, art. 65, 2025.

COX, E. R. *et al.* Effects of mHealth interventions to prescribe resistance training. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, v. 23, n. 7, 2025.

DOHERTY, C. *et al.* An evaluation of the effect of app-based exercise prescription using reinforcement learning on satisfaction and exercise intensity: randomized crossover trial. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 12, p. e49443, 2024.

DOMIN, A. *et al.* Smartphone-based interventions for physical activity: a scoping review. **Social Science & Medicine**, v.293, p.114627, 2021.

ENCARNAÇÃO, C. A. O uso da inteligência artificial como ferramenta para prescrição do treinamento individualizado. **Revista Brasileira de Educação Física, Saúde e Desempenho-REBESDE**, v. 6, n. 1, 2025.

GAO, Z. *et al.* Effects of personalized exercise prescriptions and social media interventions on physical activity in cancer survivors: a randomized controlled trial. **Journal of Sport and Health Science**, v. 12, n. 6, p. 705-714, 2023.

KUNITAKE, A. I. **Efeitos do uso de aplicativos de exercícios para smartphones com supervisão presencial e a distância na capacidade funcional de idosos**. 2022. 90 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação) - Universidade Nove de Julho, São Paulo.

MOREIRA, L. M. *et al.* Comparação entre o aplicativo Physio Pro com os aplicativos existentes nas plataformas iOS e Android. **Revista Científica Integrada**, v. 8, n. 1, p. e202514, 2025.

MOREIRA, S. M. N. *et al.* Educação física, biomecânica e tecnologias de saúde: contribuições para a promoção da qualidade de vida e formação integral. **ARACÊ**, v. 7, n. 4, p. 16389-16408, 2025.

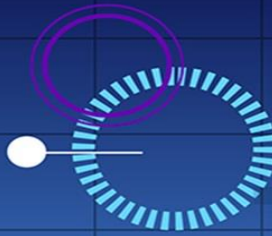
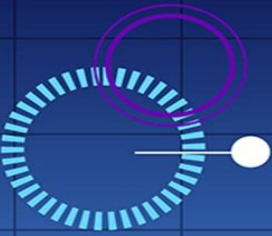
PINHEIRO, C. G. **Aplicativo para recomendação de treinos e agendamento de aulas**. 2019. 95 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Pampa, Curso de Ciência da Computação, Alegrete, 2019.

QUADFLIEG, K. *et al.* Evaluating the effectiveness of an mHealth application to promote physical activity in older adults. **BMJ Open**, v.15, n.11, p.e106629, 2025.

ROVERSI, L. M.; TESTA JUNIOR, A. Atuação do profissional de educação física na prescrição do treinamento online. **Revistas Publicadas FIJ-até 2022**, v. 2, n. 1, 2020.

SILVA, L. P.; CERUTTI, E. Atividade física como forma de intervenção para melhoria da saúde apoiada pelo uso da tecnologia através de aplicativos: confiável ou não?. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 15, n. 10, p. e4383, 2024.

ZHANG, G. *et al.* A gamification mHealth intervention to enhance adherence to personalized exercise for older adults with chronic diseases: randomized controlled trial protocol. **Patient Preference and Adherence**, v. 19, p. 3145-3157, 2025.



CAPÍTULO 5

ROBÓTICA APLICADA A CIRURGIAS E PROCEDIMENTOS MÉDICOS

Viviane Mesquita de Oliveira Zahn

1. Introdução

O avanço tecnológico na medicina tem promovido transformações profundas na forma como diagnósticos e intervenções cirúrgicas são realizados. Entre essas inovações, a robótica aplicada à cirurgia destaca-se como marco significativo na consolidação da medicina minimamente invasiva, ampliando precisão, controle e segurança dos procedimentos. A incorporação de sistemas robóticos representa uma evolução natural da cirurgia laparoscópica, elevando o padrão tecnológico das intervenções contemporâneas (Morrell *et al.*, 2021).

A trajetória da cirurgia robótica percorreu um caminho que vai da experimentação tecnológica à consolidação clínica. Inicialmente vista como promessa futurista, a tecnologia tornou-se realidade em diferentes centros hospitalares, integrando prática médica e inovação digital. Esse processo evidencia como a engenharia biomédica tem redefinido limites da intervenção cirúrgica (Café, 2022). Os sistemas robóticos modernos, como o amplamente difundido modelo Da Vinci, oferecem recursos como visão tridimensional ampliada, maior amplitude de movimentos e ergonomia aprimorada para

o cirurgião. Essas características contribuem para maior precisão técnica e redução da fadiga profissional durante procedimentos complexos (Nogaroli; Neto, 2020). A expansão da cirurgia robótica alcançou diversas especialidades médicas, incluindo cirurgia geral, ginecologia, cardiologia e oncologia. Essa versatilidade demonstra a adaptabilidade da tecnologia a diferentes contextos clínicos e amplia seu impacto na prática assistencial contemporânea (Guimarães *et al.*, 2024).

Estudos recentes apontam benefícios clínicos relevantes associados à robótica cirúrgica, como redução de complicações pós-operatórias, menor perda sanguínea, maior precisão técnica e recuperação mais rápida do paciente. Evidências demonstram ainda diminuição do tempo de internação e menor taxa de conversão para cirurgias abertas em determinados procedimentos, reforçando a superioridade da abordagem minimamente invasiva assistida por robôs em contextos específicos. Esses resultados fortalecem o entendimento de que a tecnologia robótica pode contribuir de maneira significativa para a melhoria dos desfechos clínicos, para a segurança do paciente e para a qualificação da assistência cirúrgica contemporânea (Rocha *et al.*, 2025; Nunes *et al.*, 2024; Kezan; Chiavegatto; Marco, 2023).

Além dos ganhos técnicos, pesquisas indicam impactos positivos na qualidade de vida dos pacientes no período pós-operatório, especialmente em procedimentos minimamente invasivos. A redução do tempo de internação e da dor pós-cirúrgica contribui para recuperação mais confortável e segura (Carvalho *et al.*, 2025; Lins *et al.*, 2025). Entretanto, a incorporação da cirurgia robótica no Brasil ainda enfrenta desafios significativos, sobretudo relacionados ao alto custo dos equipamentos e à desigualdade de acesso entre instituições públicas e privadas. A ampliação dessa tecnologia exige planejamento estratégico e políticas públicas voltadas à sustentabilidade do sistema de saúde (Gonçalves *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, este capítulo tem como objetivo analisar os fundamentos históricos, aplicações clínicas, impactos assistenciais, desafios estruturais e implicações éticas da robótica aplicada a cirurgias e procedimentos médicos. Busca-se compreender de que forma essa tecnologia pode contribuir para uma medicina mais precisa, segura e humanizada, sem desconsiderar limites técnicos, econômicos e bioéticos envolvidos (Trindade *et al.*, 2024).

2. Evolução Histórica e Fundamentos da Cirurgia Robótica

A cirurgia robótica é resultado de um processo evolutivo que teve início com o avanço das técnicas minimamente invasivas e o desenvolvimento da laparoscopia. A busca por maior precisão, menor invasividade e melhores desfechos clínicos impulsionou a integração entre engenharia, informática e medicina, culminando na criação dos primeiros sistemas robóticos aplicados à prática cirúrgica (Morrell *et al.*, 2021).

Inicialmente concebida como tecnologia experimental com aplicações militares e aeroespaciais, a robótica cirúrgica foi progressivamente adaptada ao contexto hospitalar. Ao longo das décadas, o aprimoramento dos sistemas de controle remoto e da visualização tridimensional possibilitou sua consolidação como ferramenta clínica efetiva (Café, 2022). O desenvolvimento do sistema Da Vinci marcou um ponto de inflexão na história da cirurgia robótica, oferecendo ao cirurgião visão ampliada em alta definição e instrumentos articulados capazes de reproduzir movimentos com precisão superior à mão humana. Essa inovação ampliou possibilidades técnicas em procedimentos complexos (Nogaroli; Neto, 2020).

A evolução tecnológica também esteve acompanhada de avanços na ergonomia do ato cirúrgico. A posição do cirurgião em console específico reduziu fadiga física e melhorou controle motor, favorecendo desempenho mais estável durante longos procedimentos (Kezan; Chiavegatto; Marco, 2023). No Brasil, a introdução da cirurgia robótica ocorreu de forma gradual, concentrando-se inicialmente em centros privados de alta complexidade. A expansão para outras instituições dependeu de investimentos estruturais significativos e da capacitação especializada das equipes médicas (Santana *et al.*, 2022).

O processo de certificação em cirurgia robótica tornou-se etapa fundamental para garantir segurança e qualidade assistencial. A regulamentação brasileira passou a exigir treinamento específico e comprovação de competência técnica para atuação com sistemas robóticos (Araujo *et al.*, 2020). A prospecção de patentes relacionadas a robôs cirúrgicos demonstra crescimento expressivo no campo da inovação tecnológica aplicada à saúde. Esse movimento evidencia dinamismo científico e competição global no desenvolvimento de soluções cada vez mais avançadas (Santos *et al.*, 2020). Os fundamentos da cirurgia robótica baseiam-se na ampliação da destreza manual, eliminação de tremores fisiológicos e maior precisão nos movimentos cirúrgicos. A integração entre sensores,

softwares e braços mecânicos permite execução de manobras delicadas com alto grau de controle (Oliveira *et al.*, 2022).

A incorporação da inteligência artificial aos sistemas robóticos representa etapa adicional na evolução tecnológica. Algoritmos podem auxiliar na análise de imagens, identificação de estruturas anatômicas e planejamento cirúrgico, ampliando suporte ao cirurgião (Rosa, 2024). Apesar dos avanços, a cirurgia robótica ainda apresenta limitações técnicas, como dependência de infraestrutura específica e necessidade de manutenção especializada. A complexidade do sistema exige suporte técnico contínuo para garantir funcionamento adequado (Guimarães *et al.*, 2024).

A consolidação histórica da robótica cirúrgica também envolve mudanças culturais no ambiente hospitalar. A aceitação da tecnologia por parte dos profissionais foi gradual, acompanhada de debates sobre custo-benefício, curva de aprendizado e impacto na prática clínica (Lins *et al.*, 2025). Assim, a evolução histórica da cirurgia robótica reflete integração progressiva entre inovação tecnológica e prática médica, sustentada por avanços científicos, regulamentação profissional e adaptação institucional. Seus fundamentos repousam na busca contínua por maior precisão, segurança e eficiência nos procedimentos cirúrgicos contemporâneos (Morrell *et al.*, 2021).

3. Aplicações Clínicas da Robótica em Diferentes Especialidades

Estudos recentes indicam que a cirurgia robótica está associada à redução significativa de complicações pós-operatórias quando comparada a abordagens convencionais em determinados procedimentos. A precisão dos movimentos e a melhor visualização do campo operatório contribuem para menor trauma tecidual e maior controle hemostático durante a intervenção (Rocha *et al.*, 2025; Nunes *et al.*, 2024).

A diminuição da perda sanguínea intraoperatória é um dos benefícios mais frequentemente relatados na literatura. A estabilidade dos braços robóticos e a ampliação tridimensional da imagem permitem dissecações mais delicadas e seguras, reduzindo riscos hemorrágicos (Kezan; Chiavegatto; Marco, 2023). Além disso, a cirurgia robótica tem sido associada à redução do tempo de internação hospitalar. Pacientes submetidos a procedimentos minimamente invasivos assistidos por robô tendem a apresentar recuperação mais rápida, com retorno precoce às atividades cotidianas (LINS *et al.*, 2025).

Estudos que avaliaram qualidade de vida no pós-operatório demonstram que pacientes submetidos à cirurgia robótica relatam melhor percepção funcional, menor limitação física e recuperação mais confortável nas semanas subsequentes ao procedimento. A redução da dor, menor trauma tecidual e retorno precoce às atividades habituais contribuem para melhor experiência cirúrgica e satisfação do paciente. Esses achados reforçam o potencial da tecnologia na promoção de desfechos centrados na pessoa e não apenas em indicadores técnicos de sucesso cirúrgico (Carvalho *et al.*, 2025; Rocha *et al.*, 2025; Vales *et al.*, 2025; Nunes *et al.*, 2024).

Na cirurgia geral, os impactos positivos incluem menor taxa de infecção de sítio cirúrgico, redução da perda sanguínea, menor necessidade de transfusão e diminuição das complicações associadas à conversão para cirurgia aberta. A precisão dos movimentos robóticos e a melhor visualização anatômica favorecem intervenções mais seguras em procedimentos abdominais complexos, ampliando previsibilidade e estabilidade técnica. Esses resultados reforçam a aplicabilidade da robótica como estratégia eficaz na qualificação da prática cirúrgica contemporânea (Assis *et al.*, 2024; Lins *et al.*, 2025; Guimarães *et al.*, 2024; Kezan; Chiavegatto; Marco, 2023).

Em ginecologia, a robótica tem demonstrado benefícios na preservação de estruturas anatômicas delicadas, favorecendo recuperação funcional mais satisfatória e menor tempo de afastamento das atividades laborais (Pardini *et al.*, 2020). Na cirurgia cardíaca, a aplicação da robótica possibilita intervenções altamente precisas em ambientes de extrema complexidade, contribuindo para redução de traumas cirúrgicos e melhor prognóstico pós-operatório em casos selecionados (Savoldi *et al.*, 2025; Siqueira *et al.*, 2024). O impacto positivo da cirurgia robótica também se manifesta na prática clínica cotidiana, ao proporcionar maior previsibilidade dos resultados e redução de variabilidade técnica entre procedimentos semelhantes (Vales *et al.*, 2025).

A melhoria da ergonomia cirúrgica, ao reduzir fadiga do profissional, pode influenciar indiretamente a qualidade do procedimento e os desfechos clínicos. A estabilidade técnica durante cirurgias prolongadas favorece maior consistência na execução das etapas operatórias (Kezan; Chiavegatto; Marco, 2023). Em contextos de urgência e emergência, embora ainda em expansão, a cirurgia robótica demonstra potencial para ampliar segurança em procedimentos complexos, desde que haja infraestrutura adequada e equipe treinada (Alvarenga *et al.*, 2025). Entretanto, os benefícios clínicos devem ser analisados considerando perfil do paciente e indicação

precisa do procedimento. A tecnologia não substitui critérios clínicos rigorosos na escolha da abordagem cirúrgica mais adequada (Guimarães *et al.*, 2024).

A avaliação de desfechos também evidencia que a curva de aprendizado do cirurgião influencia resultados iniciais, sendo necessário treinamento estruturado para consolidação dos benefícios clínicos observados (ARAUJO *et al.*, 2020). Assim, os impactos da cirurgia robótica na qualidade de vida e nos desfechos pós-operatórios reforçam seu papel como tecnologia promissora na medicina contemporânea. Quando aplicada de forma criteriosa e sustentada por capacitação adequada, a robótica cirúrgica contribui para procedimentos mais seguros, recuperação acelerada e melhoria global da experiência do paciente (Rocha *et al.*, 2025; Carvalho *et al.*, 2025).

4. Benefícios Clínicos e Impactos na Qualidade de Vida

A cirurgia robótica tem sido associada à redução significativa de complicações pós-operatórias em diversas especialidades médicas. A estabilidade dos instrumentos e a visualização tridimensional ampliada favorecem dissecações mais precisas, minimizando danos a tecidos adjacentes e reduzindo riscos de eventos adversos (Rocha *et al.*, 2025). A diminuição da taxa de infecção de sítio cirúrgico é um dos resultados mais consistentes observados na literatura. A abordagem minimamente invasiva e o controle refinado dos movimentos contribuem para menor exposição tecidual e menor resposta inflamatória sistêmica (Assis *et al.*, 2024).

A precisão cirúrgica representa um dos principais diferenciais da tecnologia robótica. A capacidade de eliminar tremores fisiológicos e ampliar a destreza manual do cirurgião possibilita intervenções delicadas em áreas anatômicas complexas (Guimarães *et al.*, 2024). Além da precisão técnica, a ergonomia do sistema robótico reduz fadiga do cirurgião, especialmente em procedimentos prolongados. Esse fator pode impactar indiretamente a qualidade do ato operatório e a segurança do paciente (Kezan; Chiavegatto; Marco, 2023). A recuperação pós-operatória tende a ser mais rápida em procedimentos assistidos por robótica, em comparação a cirurgias abertas convencionais. A menor agressão cirúrgica contribui para redução da dor e recuperação funcional acelerada (Carvalho *et al.*, 2025).

Estudos que avaliaram qualidade de vida no período pós-operatório indicam que pacientes submetidos à cirurgia robótica relatam melhor percepção de bem-estar físico,

menor limitação nas atividades diárias e recuperação funcional mais rápida quando comparados a abordagens convencionais em contextos específicos. A menor dor, a redução do trauma cirúrgico e o retorno precoce às atividades habituais contribuem para maior satisfação e melhor experiência assistencial no pós-operatório. Esses achados reforçam o impacto positivo da tecnologia robótica não apenas nos indicadores clínicos objetivos, mas também nas dimensões subjetivas relacionadas à qualidade de vida e à funcionalidade do paciente (Vales *et al.*, 2025; Carvalho *et al.*, 2025; Rocha *et al.*, 2025; Nunes *et al.*, 2024; Lins *et al.*, 2025).

Na cirurgia cardíaca minimamente invasiva, a aplicação da robótica possibilita intervenções com incisões menores e maior precisão em áreas de difícil acesso, favorecendo recuperação mais segura (Savoldi *et al.*, 2025). Os impactos positivos também se refletem na prática clínica cotidiana, ao ampliar previsibilidade dos resultados e padronização dos procedimentos. A tecnologia contribui para maior consistência técnica entre diferentes profissionais (Oliveira *et al.*, 2022). Na ginecologia, os benefícios incluem preservação anatômica mais precisa e menor tempo de afastamento das atividades habituais, favorecendo qualidade de vida das pacientes no pós-operatório (Pardini *et al.*, 2020). Em contextos oncológicos, a precisão robótica pode contribuir para ressecções mais seguras e preservação de estruturas adjacentes, com potencial impacto na função orgânica e no prognóstico do paciente (Vales *et al.*, 2025).

A redução da dor pós-operatória também influencia positivamente a experiência do paciente, diminuindo necessidade de analgésicos e favorecendo mobilização precoce (Carvalho *et al.*, 2025). Entretanto, os benefícios clínicos dependem de treinamento adequado da equipe e correta indicação do procedimento. A curva de aprendizado influencia diretamente os resultados iniciais da implementação (Araujo *et al.*, 2020).

O impacto na prática clínica também envolve reorganização dos fluxos hospitalares e incorporação de novas competências técnicas. A integração da robótica exige planejamento institucional e suporte estrutural contínuo (Santana *et al.*, 2022). Do mesmo modo, os benefícios clínicos da cirurgia robótica e seus impactos na qualidade de vida evidenciam o potencial transformador dessa tecnologia na medicina contemporânea. Quando aplicada de forma criteriosa e sustentada por capacitação adequada, a robótica cirúrgica contribui para procedimentos mais seguros, recuperação acelerada e melhoria global dos desfechos assistenciais (Rocha *et al.*, 2025).

5. Ensino, Certificação e Formação Profissional

A incorporação da robótica na prática cirúrgica impactou diretamente o ensino médico, exigindo reformulação das metodologias de formação tradicional. A aprendizagem baseada exclusivamente na observação e na prática progressiva em campo operatório passou a ser complementada por recursos tecnológicos avançados, que ampliam a segurança e a previsibilidade do treinamento (Rosa, 2024).

A presença de sistemas robóticos nos hospitais de ensino introduziu novos conteúdos curriculares relacionados à tecnologia, ergonomia, domínio do console e interpretação de imagens tridimensionais. Essa transformação exige integração entre conhecimentos técnicos, habilidades motoras refinadas e compreensão dos sistemas digitais envolvidos (Morrell *et al.*, 2021). O impacto da robótica no ensino cirúrgico também envolve mudanças na relação entre preceptor e residente. O cirurgião experiente passa a atuar como mediador do aprendizado em ambiente digital, orientando decisões clínicas enquanto o aluno desenvolve habilidades no manuseio do sistema robótico (Guimarães *et al.*, 2024).

A certificação em cirurgia robótica tornou-se requisito essencial para garantir qualidade e segurança assistencial. No Brasil, o processo envolve treinamento estruturado, avaliação prática e cumprimento de critérios definidos por sociedades médicas especializadas (Araujo *et al.*, 2020). A regulamentação da certificação busca assegurar que o profissional esteja apto a utilizar o sistema de forma segura e responsável. A padronização dos critérios de habilitação fortalece a credibilidade da prática robótica e protege o paciente (Trindade *et al.*, 2024). Além da formação inicial, a atualização contínua é indispensável diante da rápida evolução tecnológica. Sistemas robóticos passam por aprimoramentos constantes, exigindo reciclagem periódica das competências profissionais (Kezan; Chiavegatto; Marco, 2023).

Os simuladores cirúrgicos representam ferramentas centrais no treinamento em robótica. Esses dispositivos permitem prática repetitiva e segura, possibilitando desenvolvimento de habilidades técnicas antes da atuação em pacientes reais (Rosa, 2024). A simulação reduz riscos durante a curva de aprendizado e contribui para maior padronização do desempenho técnico. O treinamento virtual possibilita correção de falhas e aprimoramento progressivo das habilidades motoras (Guimarães *et al.*, 2024). O uso de plataformas digitais de simulação também favorece avaliação objetiva do desempenho do

cirurgião em formação. Métricas como tempo de execução, precisão e controle de movimentos podem ser monitoradas de forma sistemática (Araujo *et al.*, 2020).

A integração da inteligência artificial aos sistemas de treinamento representa avanço adicional na formação profissional. Algoritmos podem analisar padrões de desempenho e oferecer feedback automatizado, contribuindo para aprendizado mais eficiente (Rosa, 2024). A inteligência artificial também pode auxiliar na identificação de pontos críticos durante o procedimento, orientando o cirurgião em tempo real e fortalecendo segurança do ato operatório (Oliveira *et al.*, 2022). Entretanto, a formação em cirurgia robótica não deve restringir-se ao domínio técnico do equipamento. Aspectos éticos, responsabilidade profissional e comunicação com o paciente precisam ser incorporados ao processo formativo (Dantas; Nogaroli, 2020). O consentimento informado assume papel ainda mais relevante em procedimentos mediados por tecnologia avançada. O profissional deve estar preparado para explicar riscos, benefícios e limitações da abordagem robótica de forma clara e acessível (Trindade *et al.*, 2024).

A formação profissional também envolve reflexão sobre responsabilidade civil em casos de falhas técnicas ou complicações. A complexidade tecnológica exige compreensão jurídica dos limites de atuação do médico (Mota *et al.*, 2023). A ampliação do acesso à robótica cirúrgica depende da formação de equipes qualificadas e da disseminação de centros de treinamento especializados. A expansão sustentável da tecnologia requer investimento contínuo em capacitação (Gonçalves *et al.*, 2024). Assim, o ensino, a certificação e a formação profissional em cirurgia robótica configuram pilares essenciais para consolidação segura da tecnologia na prática médica. A integração entre treinamento técnico, simulação avançada, inteligência artificial e fundamentação ética é condição indispensável para garantir que a inovação esteja alinhada à qualidade assistencial e à proteção do paciente (Araujo *et al.*, 2020).

6. Desafios Estruturais, Econômicos e de Acesso no Brasil

A expansão da cirurgia robótica no Brasil enfrenta desafios estruturais significativos, especialmente relacionados ao alto custo de aquisição e manutenção dos sistemas. Os equipamentos robóticos exigem investimentos elevados, tanto na compra inicial quanto na atualização tecnológica periódica, o que limita sua disseminação em instituições públicas (Gonçalves *et al.*, 2024). Além do custo do equipamento, há despesas

adicionais associadas à manutenção técnica, substituição de instrumentos e treinamento especializado das equipes. Esses fatores ampliam o impacto financeiro da implementação da tecnologia, exigindo planejamento estratégico institucional (Santana *et al.*, 2022).

A concentração da cirurgia robótica em centros privados de alta complexidade evidencia desigualdade no acesso à tecnologia. A maioria dos procedimentos ainda é realizada em hospitais particulares, restringindo o acesso de pacientes do sistema público. No âmbito das organizações públicas de saúde, a incorporação da robótica requer justificativas baseadas em custo-benefício e impacto assistencial. A gestão pública precisa avaliar sustentabilidade financeira e retorno clínico antes da implementação (Pitassi *et al.*, 2016).

Outro desafio relevante é a distribuição geográfica desigual dos centros habilitados para cirurgia robótica. Regiões mais desenvolvidas concentram maior número de equipamentos, enquanto áreas periféricas apresentam acesso limitado à tecnologia (Gonçalves *et al.*, 2024). A ampliação do acesso também depende da formação de profissionais capacitados, pois a ausência de equipes treinadas inviabiliza utilização segura do sistema, mesmo quando o equipamento está disponível (Araujo *et al.*, 2020). A curva de aprendizado representa desafio adicional, pois o período inicial de adaptação pode impactar custos operacionais e tempo de procedimento. A consolidação da prática exige volume adequado de casos e suporte institucional contínuo (Lins *et al.*, 2025). Do ponto de vista econômico, há debate sobre custo-efetividade da cirurgia robótica em comparação a técnicas laparoscópicas convencionais. Embora os benefícios clínicos sejam evidentes em determinados contextos, a sustentabilidade financeira ainda é tema de análise crítica (Kezan; Chiavegatto; Marco, 2023).

A incorporação tecnológica também exige infraestrutura hospitalar compatível, incluindo salas cirúrgicas adaptadas e suporte técnico especializado. A ausência dessa estrutura pode comprometer segurança e eficiência dos procedimentos (Guimarães *et al.*, 2024). Em situações de urgência e emergência, a utilização da robótica enfrenta limitações logísticas, como disponibilidade imediata do equipamento e preparo prévio da equipe. Isso restringe seu uso em contextos de alta demanda emergencial (Alvarenga *et al.*, 2025).

Outro aspecto estrutural envolve dependência de fornecedores internacionais, o que pode gerar vulnerabilidade econômica diante de variações cambiais e restrições comerciais (Santos *et al.*, 2020). Apesar dos desafios, há iniciativas voltadas à ampliação do acesso por meio de parcerias público-privadas e projetos institucionais estratégicos.

Essas ações buscam democratizar o uso da tecnologia e ampliar cobertura assistencial (Santana *et al.*, 2022). A avaliação de resultados clínicos e impacto na qualidade de vida pode contribuir para fundamentar decisões de investimento no sistema público. Evidências robustas fortalecem argumentos para incorporação progressiva da tecnologia (Rocha *et al.*, 2025). A sustentabilidade da cirurgia robótica no Brasil também depende de políticas públicas claras e planejamento de longo prazo, evitando expansão desordenada e garantindo uso racional dos recursos disponíveis (Trindade *et al.*, 2024).

Além disso, a análise de custo indireto, como redução de tempo de internação e menor taxa de complicações, pode demonstrar benefícios econômicos secundários que compensam parte do investimento inicial (Carvalho *et al.*, 2025). Portanto, os desafios estruturais, econômicos e de acesso à cirurgia robótica no Brasil evidenciam a necessidade de planejamento estratégico, avaliação contínua de resultados e políticas públicas equilibradas. A consolidação da tecnologia exige articulação entre inovação, sustentabilidade financeira e compromisso com equidade no sistema de saúde (Gonçalves *et al.*, 2024).

7. Aspectos Éticos, Bioéticos e Responsabilidade Civil

A incorporação da robótica na prática médica trouxe avanços significativos, mas também suscitou debates éticos relevantes. A mediação tecnológica no ato cirúrgico altera a dinâmica tradicional da relação médico-paciente, exigindo reflexão sobre autonomia, responsabilidade e transparência no uso da inovação (Siqueira-Batista *et al.*, 2016). O consentimento informado assume papel ainda mais central quando o procedimento envolve tecnologia robótica. O paciente deve ser devidamente esclarecido sobre os benefícios, riscos, limitações e alternativas terapêuticas, garantindo decisão consciente e fundamentada (Dantas; Nogaroli, 2020).

A complexidade tecnológica pode dificultar a compreensão do paciente sobre o funcionamento do sistema robótico. Cabe ao profissional traduzir informações técnicas em linguagem acessível, assegurando clareza e respeito à autonomia (Trindade *et al.*, 2024). A responsabilidade civil em cirurgias robóticas é tema de crescente debate jurídico. A utilização de equipamentos de alta complexidade levanta questionamentos sobre possíveis falhas técnicas e limites da responsabilidade do cirurgião diante de eventos adversos (Mota *et al.*, 2023). Nos casos em que ocorre falha do sistema robótico, discute-

se a divisão de responsabilidades entre profissional, instituição hospitalar e fabricante do equipamento. Essa multiplicidade de atores amplia a complexidade das análises jurídicas (Nogaroli; Neto, 2020).

A bioética aplicada à cirurgia robótica envolve também o princípio da beneficência, garantindo que a tecnologia seja utilizada com real benefício ao paciente e não apenas como recurso de prestígio institucional (Siqueira-Batista *et al.*, 2016). O princípio da não maleficência impõe que a indicação da cirurgia robótica seja criteriosa, considerando evidências científicas e perfil clínico do paciente. A adoção indiscriminada da tecnologia pode gerar riscos desnecessários (Guimarães *et al.*, 2024).

Outro aspecto ético relevante refere-se à justiça distributiva, especialmente em contextos de desigualdade no acesso à tecnologia. A concentração da cirurgia robótica em centros privados levanta questionamentos sobre equidade no sistema de saúde (Gonçalves *et al.*, 2024). A incorporação da inteligência artificial aos sistemas robóticos amplia o debate ético, especialmente quanto à tomada de decisão automatizada e ao papel do cirurgião na supervisão das recomendações algorítmicas (Rosa, 2024). A transparência institucional é fundamental para manutenção da confiança social. Hospitais que utilizam cirurgia robótica devem adotar protocolos claros de monitoramento de resultados e comunicação de eventuais incidentes (Trindade *et al.*, 2024).

O ensino da cirurgia robótica também envolve responsabilidade ética na formação de novos profissionais. A curva de aprendizado deve ocorrer sob supervisão adequada, garantindo segurança do paciente (Araujo *et al.*, 2020). A humanização do cuidado permanece desafio central em ambientes altamente tecnologizados. A presença do robô não pode substituir a empatia, a escuta ativa e o vínculo terapêutico estabelecido pelo profissional (Santos *et al.*, 2024). A ética médica exige que a tecnologia seja compreendida como ferramenta auxiliar e não como substituta da decisão clínica. O julgamento profissional continua sendo elemento central na condução do procedimento (Siqueira-Batista *et al.*, 2016).

Há também preocupação com a publicidade e o marketing da cirurgia robótica, que podem gerar expectativas exageradas nos pacientes. A divulgação deve ser pautada por critérios científicos e responsabilidade ética (Kezan; Chiavegatto; Marco, 2023). A legislação brasileira ainda está em processo de consolidação quanto às especificidades da robótica médica. A atualização normativa é necessária para acompanhar o ritmo acelerado da inovação tecnológica (Trindade *et al.*, 2024). A responsabilidade

institucional inclui garantir manutenção adequada do equipamento, treinamento contínuo da equipe e protocolos de contingência em caso de falhas técnicas (Mota *et al.*, 2023).

O debate bioético também envolve análise de custo-efetividade e priorização de recursos no sistema público. A decisão de investir em tecnologia de alto custo deve considerar impactos coletivos e sustentabilidade do sistema (Pitassi *et al.*, 2016). Assim, os aspectos éticos, bioéticos e de responsabilidade civil na cirurgia robótica evidenciam que a inovação tecnológica precisa estar permanentemente articulada à proteção da dignidade humana, à transparência institucional e à justiça social. A consolidação segura da robótica médica depende do equilíbrio entre avanço científico, regulação jurídica e compromisso ético com o paciente (Siqueira-Batista *et al.*, 2016; Trindade *et al.*, 2024).

8. Considerações Finais

A robótica aplicada a cirurgias e procedimentos médicos representa um dos avanços mais significativos da medicina contemporânea, integrando engenharia, informática e prática clínica em um modelo assistencial cada vez mais preciso e minimamente invasivo. Ao longo do capítulo, evidenciou-se que a evolução histórica da tecnologia robótica consolidou-se como resposta às demandas por maior segurança, melhor visualização anatômica e aprimoramento técnico do ato cirúrgico.

Os benefícios clínicos associados à cirurgia robótica, como redução de complicações pós-operatórias, menor perda sanguínea, recuperação acelerada e melhoria na qualidade de vida dos pacientes, reforçam seu potencial transformador na prática médica. A tecnologia demonstra impacto positivo tanto em indicadores objetivos de segurança quanto na percepção subjetiva de bem-estar no pós-operatório. Entretanto, os desafios estruturais e econômicos ainda constituem barreiras relevantes à democratização do acesso à cirurgia robótica no Brasil. O alto custo dos equipamentos, a necessidade de infraestrutura especializada e a desigualdade regional na distribuição dos centros habilitados evidenciam a importância de planejamento estratégico e políticas públicas voltadas à equidade.

O capítulo também destacou a relevância da formação profissional, da certificação estruturada e do uso de simuladores como pilares fundamentais para garantir segurança assistencial. A integração com inteligência artificial amplia as possibilidades de

aprimoramento técnico, mas exige preparo ético e regulatório adequado. Do ponto de vista bioético, a cirurgia robótica demanda atenção especial aos princípios da autonomia, beneficência, não maleficência e justiça. O consentimento informado, a responsabilidade civil e a transparência institucional tornam-se ainda mais centrais em contextos altamente tecnologizados.

Assim, a consolidação da robótica cirúrgica no cenário nacional e internacional depende do equilíbrio entre inovação tecnológica, formação qualificada, sustentabilidade financeira e compromisso ético com o cuidado centrado no paciente. O futuro da cirurgia robótica aponta para integração cada vez maior com sistemas inteligentes, ampliação do acesso e fortalecimento de práticas humanizadas, reafirmando que a tecnologia deve sempre estar a serviço da vida e da dignidade humana.

Referências Bibliográficas

- ALVARENGA, H. L. *et al.* Cirurgia robótica em situações de urgência e emergência: avanços, desafios e perspectivas. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 8, n. 1, p. e77500, 2025.
- ARAUJO, R. L. C. *et al.* Visão geral e perspectivas sobre o processo de certificação em cirurgia robótica no Brasil: o novo regimento e uma pesquisa nacional online. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 47, p. e20202714, 2020.
- ASSIS, T. C. *et al.* Cirurgia robótica na cirurgia geral: impactos, avanços e desafios. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 9, p. 1406-1416, 2024.
- CAFÉ, E. O alcance da inovação tecnológica: o exemplo da cirurgia robótica. **Revista Científica Hospital Santa Izabel**, v. 6, n. 1, p. 1-2, 2022.
- CARVALHO, M. E. M. B. *et al.* O impacto das cirurgias robóticas na qualidade de vida dos pacientes no pós-operatório. **Revista Master-Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 19, 2025.
- DANTAS, E.; NOGAROLI, R. Consentimento informado do paciente frente às novas tecnologias da saúde: telemedicina, cirurgia robótica e inteligência artificial. **Revista de Direito Médico e da Saúde**, n. 21, p. 13-57jul, 2020.
- GONÇALVES, R. S. *et al.* Os desafios para aumentar o acesso à cirurgia robótica no Brasil. **Múltiplos Acessos**, v. 9, n. 1, p. 223-232, 2024.
- GUIMARÃES, B. G. F. *et al.* Cirurgia robótica-Aplicações e Desafios atuais. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 5, p. 508-521, 2024.
- KEZAN, R. D.; CHIAVEGATTO, M. A.; MARCO, D. C. B. Desafios e benefícios da cirurgia robótica no mundo moderno. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 23, n. 11, p. e14031, 2023.
- LINS, E. G. *et al.* Impacto da cirurgia robótica na prática da cirurgia geral: benefícios, limitações e perspectivas. **Revista Foco**, v. 18, n. 9, p. e9914, 2025.
- MORRELL, A. L. G. *et al.* Evolução e história da cirurgia robótica: da ilusão à realidade. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 48, p. e20202798, 2021.
- MOTA, M. F. *et al.* Os limites da responsabilidade Civil do médico em cirurgias robóticas. **Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-PERNAMBUCO**, v. 5, n. 3, p. 25-37, 2023.
- NOGAROLI, R.; NETO, M. K. Procedimentos cirúrgicos assistidos pelo robô Da Vinci: benefícios, riscos e responsabilidade civil. **Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário**, v. 9, n. 3, p. 200-209, 2020.

NUNES, J. P. S. *et al.* Impactos da cirurgia robótica na prática clínica. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 8, p. 777-789, 2024.

OLIVEIRA, M. D. *et al.* Inovações em cirurgia robótica para manejo minimamente invasivo. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 2, p. 6515-6529, 2022.

PARDINI, T. *et al.* Cirurgia robótica em ginecologia: atualidade e perspectivas. **Femina**, v. 48, n. 1, p. 43-48, 2020.

PITASSI, C. *et al.* A cirurgia robótica nas organizações públicas de saúde: O caso do instituto nacional do câncer (INCA). **Administração Pública e Gestão Social**, v. 8, n. 3, p. 187-197, 2016.

ROCHA, G. G. *et al.* O impacto da cirurgia robótica na redução de complicações pós-operatórias em procedimentos abdominais. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 11, p. 2471-2491, 2025.

ROSA, E. C. Z. O impacto da inteligência artificial e da robótica no ensino da medicina e cirurgia. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 10, p. e6063, 2024.

SANTANA, B. R. *et al.* Cirurgia robótica no Brasil. **Research, society and development**, v. 11, n. 12, p. e138111233223, 2022.

SANTOS, C. L. *et al.* Robôs Cirúrgicos: Prospecção de Patentes Relacionadas a Aplicações Humanas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 99881-99900, 2020.

SANTOS, Y. M. R. *et al.* Aspectos éticos da robótica na prática médica contemporânea. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 12, p. 826-840, 2024.

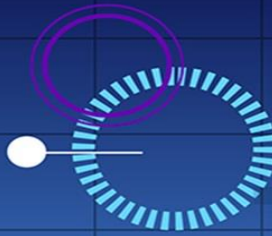
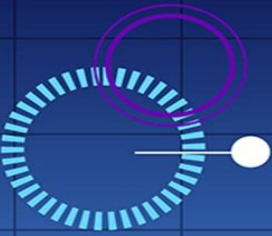
SAVOLDI, A. A. M. *et al.* Cirurgia robótica cardíaca: inovação e precisão na era da cardiologia minimamente invasiva. **Epitaya E-books**, v. 1, n. 104, p. 217-228, 2025.

SIQUEIRA, J. V. C. *et al.* Cirurgia cardíaca com uso aprimorado da tecnologia: a evidência da robótica na medicina moderna. **Estudos Avançados sobre Saúde e Natureza**, v. 18, 2024.

SIQUEIRA-BATISTA, R. *et al.* Cirurgia robótica: aspectos bioéticos. **ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)**, v. 29, p. 287-290, 2016.

TRINDADE, E. N. *et al.* Considerações éticas e legais do uso da cirurgia robótica no Brasil. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 51, p. e20243787, 2024.

VALES, E. S. S. *et al.* Cirurgia robótica: investigação sobre o impacto da cirurgia robótica em diversas especialidades e suas implicações na prática clínica. **Lumen Et Virtus**, v. 16, n. 51, p. e7307, 2025.



CAPÍTULO 6

GESTÃO DE INFORMAÇÕES EM SAÚDE E PRONTUÁRIOS ELETRÔNICOS

Patricia Alves Marques Heringer

Rogério Luis Souza Carvalho

Josué Moura Telles

Antônio Veimar da Silva

1. Introdução

A transformação digital na saúde tem redefinido a forma como informações clínicas são registradas, organizadas e utilizadas na tomada de decisão. A digitalização dos processos assistenciais trouxe maior agilidade no acesso aos dados e ampliou a capacidade de integração entre diferentes setores e níveis de atenção, consolidando a informação como elemento estratégico na gestão do cuidado (Pinochet; Lopes; Silva, 2014). Nesse contexto, o prontuário eletrônico do paciente (PEP) emerge como instrumento central na organização das informações clínicas. Diferentemente do modelo físico tradicional, o PEP possibilita armazenamento estruturado, recuperação rápida e compartilhamento seguro de dados, favorecendo continuidade assistencial e melhoria da qualidade do atendimento (Galvão; Ricarte, 2011).

A gestão da informação em saúde envolve não apenas registro de dados, mas também sua organização, preservação e utilização estratégica. A perspectiva da ciência da informação contribui para compreender o prontuário eletrônico como documento orgânico essencial à gestão hospitalar e à formulação de políticas públicas (Santos; Vitoriano; Damian, 2019). Na atenção primária, a implantação do Prontuário Eletrônico do Cidadão (PEC) e do sistema e-SUS AB representou avanço significativo na qualificação do cuidado. Esses sistemas ampliaram a capacidade de monitoramento populacional, planejamento de ações e coordenação das equipes de saúde da família (Santos *et al.*, 2021).

Além da assistência, o prontuário eletrônico tornou-se ferramenta relevante para gestão administrativa e tomada de decisão estratégica nos serviços de saúde. A sistematização das informações permite análise de indicadores, controle de processos e otimização de recursos institucionais (Estevam *et al.*, 2024). Entretanto, a implantação e utilização do PEP não estão isentas de desafios. Questões relacionadas à usabilidade, duplicidade de registros, capacitação profissional e segurança da informação exigem planejamento adequado e políticas institucionais bem estruturadas (Bueno *et al.*, 2023; Pinto; Santos, 2020).

O avanço tecnológico também introduziu novas possibilidades na gestão de dados clínicos, como aplicação de blockchain, contratos inteligentes e sistemas de visualização de informações complexas, ampliando segurança e interoperabilidade no ambiente da Saúde 4.0 (Carvalho; Azevedo; Rendeiro, 2023; Xavier; Duque, 2021). Diante desse cenário, este capítulo tem como objetivo analisar os fundamentos da gestão da informação em saúde, discutir a evolução e aplicabilidade do prontuário eletrônico do paciente, examinar seus impactos na gestão do cuidado e identificar desafios e perspectivas futuras para consolidação de sistemas digitais seguros, integrados e eficientes no contexto da saúde contemporânea (Amorim, 2024).

2. Fundamentos da Gestão da Informação em Saúde

A gestão da informação em saúde constitui elemento estratégico para a organização dos serviços assistenciais e para a formulação de políticas públicas. Em um cenário marcado pela digitalização crescente, a informação deixa de ser mero registro documental e passa a ser recurso essencial para tomada de decisão clínica e

administrativa (Pinochet; Lopes; Silva, 2014). A informação em saúde envolve coleta, organização, armazenamento, recuperação e uso sistemático de dados clínicos, administrativos e epidemiológicos. Esse processo requer estrutura técnica e metodológica capaz de garantir qualidade, confiabilidade e integridade dos registros (Oliveira, 2013).

Sob a perspectiva da ciência da informação, o prontuário do paciente é compreendido como documento orgânico, produzido no contexto das atividades assistenciais e dotado de valor probatório, informacional e histórico. Sua gestão adequada assegura continuidade do cuidado e preservação da memória institucional (Santos; Vitoriano; Damian, 2019). Historicamente, a gestão documental em saúde esteve associada ao suporte físico em papel, o que limitava acesso, compartilhamento e preservação dos dados. A transição para o ambiente digital ampliou possibilidades de organização e integração das informações clínicas (Galvão; Ricarte, 2011). A consolidação dos sistemas eletrônicos exige políticas institucionais claras de governança da informação. A gestão eficiente envolve padronização de registros, definição de fluxos documentais e capacitação contínua dos profissionais envolvidos (Macedo, 2019).

A qualidade da informação impacta diretamente a qualidade do cuidado. Registros incompletos ou inconsistentes podem comprometer diagnósticos, decisões terapêuticas e acompanhamento longitudinal do paciente (Ávila *et al.*, 2022). Além do aspecto assistencial, a gestão da informação em saúde subsidia planejamento estratégico e controle gerencial. Indicadores extraídos dos sistemas eletrônicos permitem monitoramento de produtividade, avaliação de desempenho e análise de resultados clínicos (Estevam *et al.*, 2024).

Na atenção primária, os sistemas informatizados possibilitam acompanhamento populacional e identificação de grupos de risco. A organização estruturada dos dados favorece planejamento de ações preventivas e intervenções direcionadas (Soranz; Pinto; Camacho, 2017). A interoperabilidade entre sistemas constitui fundamento central da gestão moderna da informação em saúde. A capacidade de integração entre diferentes plataformas garante continuidade do cuidado e evita fragmentação dos registros (Pinochet; Lopes; Silva, 2014). A gestão da informação também envolve mecanismos de segurança e confidencialidade. A proteção de dados sensíveis deve estar alinhada a normas éticas e legais, assegurando privacidade do paciente (Carvalho; Azevedo; Rendeiro, 2023).

O avanço das tecnologias digitais ampliou possibilidades de visualização e recuperação inteligente de informações clínicas. Modelos de organização de dados favorecem análise rápida e suporte à decisão em ambientes hospitalares complexos (Lima, 2023). No contexto das cidades inteligentes, sistemas de informação em saúde podem integrar bases de dados populacionais e clínicos, fortalecendo planejamento urbano e políticas públicas baseadas em evidências (Cavalcante, 2018).

A gestão eficiente da informação depende também do engajamento dos profissionais de saúde. A adesão às ferramentas digitais e o uso adequado dos sistemas influenciam diretamente a qualidade dos registros produzidos (Amorim, 2024). Assim, os fundamentos da gestão da informação em saúde articulam princípios da ciência da informação, tecnologia digital e organização assistencial. A consolidação de sistemas estruturados e seguros constitui condição indispensável para qualificação do cuidado, melhoria da gestão e fortalecimento das políticas públicas no contexto da Saúde 4.0 (Galvão; Ricarte, 2011).

3. Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP): Conceitos e Evolução

O Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) pode ser definido como um sistema digital estruturado destinado ao registro, armazenamento e recuperação das informações clínicas e administrativas relacionadas ao cuidado em saúde. Diferentemente do prontuário tradicional em papel, o PEP organiza dados de forma padronizada, permitindo acesso rápido e integrado às informações do paciente (Galvão; Ricarte, 2011). Entre suas principais características estão a possibilidade de registro em tempo real, integração entre diferentes profissionais e consolidação de histórico clínico longitudinal. O PEP também permite inserção de exames, prescrições, evoluções multiprofissionais e dados administrativos em um único ambiente digital (Ávila *et al.*, 2022).

Outra característica relevante do PEP é sua capacidade de interoperabilidade, que possibilita troca de informações entre diferentes sistemas e níveis de atenção. Essa integração reduz fragmentação do cuidado e fortalece continuidade assistencial (Pinochet; Lopes; Silva, 2014). No Brasil, o processo de informatização dos prontuários iniciou-se de forma gradual, inicialmente em hospitais privados e instituições de maior porte. A expansão para o sistema público ocorreu posteriormente, impulsionada por políticas de modernização da gestão da informação em saúde (Oliveira, 2013). A

implantação do e-SUS Atenção Básica (e-SUS AB) representou marco importante na informatização da atenção primária no país. O sistema foi concebido para qualificar registros clínicos, ampliar monitoramento das ações e padronizar dados assistenciais (Santos *et al.*, 2021).

O Prontuário Eletrônico do Cidadão (PEC), integrado ao e-SUS AB, consolidou-se como ferramenta estruturante para registro das informações na atenção básica. Ele permite acompanhamento contínuo do usuário dentro da rede de serviços, favorecendo organização dos fluxos assistenciais (Lima *et al.*, 2025). A implantação do PEC exigiu adequações estruturais, capacitação das equipes e reorganização dos processos de trabalho. Essa transição evidenciou a necessidade de alinhamento entre tecnologia e prática assistencial (Macêdo *et al.*, 2025). Comparativamente ao prontuário físico, o PEP apresenta vantagens como redução de perdas documentais, maior legibilidade dos registros e acesso simultâneo por múltiplos profissionais. O modelo digital também facilita auditorias e rastreabilidade das informações (Amorim, 2024).

Enquanto o prontuário em papel depende de arquivamento físico e apresenta limitações no compartilhamento de dados, o PEP possibilita armazenamento em servidores seguros e recuperação instantânea das informações clínicas (Macedo, 2019). A digitalização também amplia potencial de organização sistemática das informações, permitindo categorização por diagnósticos, medicamentos e procedimentos. Essa estrutura favorece análises posteriores e consolidação de histórico clínico mais consistente (Lima, 2023). Contudo, a transição do modelo físico para o eletrônico não ocorreu sem desafios. A adaptação das equipes, dificuldades técnicas iniciais e limitações de infraestrutura impactaram o ritmo de implantação em diferentes regiões (Bueno *et al.*, 2023). Além disso, a gestão de cadastros duplicados e inconsistências nos registros tornou-se preocupação relevante no ambiente digital, exigindo mecanismos de controle e validação de dados (Pinto; Santos, 2020).

No contexto hospitalar, o PEP passou a integrar sistemas de gestão mais amplos, conectando setores como farmácia, laboratório e faturamento. Essa integração fortalece organização interna e eficiência operacional (Estevam *et al.*, 2024). O avanço tecnológico também impulsionou discussões sobre novas formas de proteção e governança dos dados clínicos, incluindo aplicação de tecnologias como blockchain e contratos inteligentes para maior segurança (Carvalho; Azevedo; Rendeiro, 2023; Xavier; Duque, 2021).

A evolução do PEP no Brasil evidencia processo contínuo de modernização da saúde pública, com ampliação progressiva da informatização em diferentes níveis de atenção. Essa trajetória demonstra compromisso institucional com qualificação dos registros e fortalecimento da gestão da informação (Santos *et al.*, 2021). Portanto, o Prontuário Eletrônico do Paciente consolidou-se como instrumento central na transformação digital da saúde brasileira. Sua evolução histórica revela movimento gradual de substituição do modelo físico por sistemas integrados, estruturados e potencialmente mais eficientes, preparando o cenário para novas inovações na gestão do cuidado (Galvão; Ricarte, 2011).

4. Prontuário Eletrônico e Gestão do Cuidado

O prontuário eletrônico do paciente ultrapassa a função de registro clínico e assume papel estratégico na gestão do cuidado. Ao integrar informações multiprofissionais em ambiente digital estruturado, o sistema favorece continuidade assistencial e organização dos fluxos de atendimento (Monteiro; Santos; Santos, 2019). Na prática cotidiana, o PEP contribui para coordenação entre diferentes profissionais da equipe de saúde. Médicos, enfermeiros e demais categorias podem acessar informações atualizadas, reduzindo falhas de comunicação e fragmentação do cuidado (Ávila *et al.*, 2022). A consolidação de dados clínicos em um único ambiente digital fortalece a longitudinalidade do cuidado, especialmente na atenção primária. O acompanhamento contínuo do paciente permite planejamento terapêutico mais consistente e individualizado (Macêdo *et al.*, 2025).

Na Estratégia Saúde da Família, o uso do PEC favorece monitoramento de grupos prioritários e organização das agendas assistenciais. O registro estruturado permite identificar demandas recorrentes e ajustar intervenções conforme perfil epidemiológico local (Lima *et al.*, 2025). O PEP também atua como instrumento de apoio à decisão clínica. A visualização integrada de exames, histórico medicamentoso e diagnósticos anteriores contribui para escolhas terapêuticas mais seguras e fundamentadas (Cavalcante, 2018). A integração entre sistemas informatizados possibilita geração automática de alertas clínicos, como interações medicamentosas ou exames pendentes. Esses mecanismos reduzem riscos assistenciais e fortalecem segurança do paciente (Oliveira, 2013).

No âmbito hospitalar, o prontuário eletrônico facilita rastreabilidade dos processos assistenciais. A possibilidade de acompanhar etapas do atendimento contribui para avaliação da qualidade e identificação de falhas operacionais (Estevam *et al.*, 2024). A gestão de informações estruturadas também permite monitoramento de indicadores assistenciais, como tempo de internação e adesão a protocolos clínicos. Esses dados subsidiam decisões gerenciais e planejamento institucional (Pinochet; Lopes; Silva, 2014). O uso sistemático do PEP contribui para redução de redundâncias e repetição desnecessária de exames. O acesso rápido ao histórico do paciente evita retrabalho e otimiza utilização de recursos (Amorim, 2024).

Na atenção à saúde da mulher, sistemas eletrônicos têm ampliado possibilidades de acompanhamento clínico e registro estruturado de procedimentos, fortalecendo articulação entre assistência e pesquisa (Reis; Correia; Pereira, 2011). A gestão do cuidado apoiada em prontuários eletrônicos também favorece análises epidemiológicas locais. A consolidação de dados permite identificar padrões de adoecimento e orientar políticas públicas baseadas em evidências (Pinto; Santos, 2020). A visualização de informações clínicas de forma organizada e sintética facilita interpretação por parte dos profissionais. Modelos de organização gráfica dos dados contribuem para análise rápida e eficiente em ambientes de alta demanda (Lima, 2023). A interoperabilidade entre níveis de atenção fortalece referência e contrarreferência dentro da rede de saúde. O compartilhamento seguro das informações evita descontinuidade no acompanhamento do paciente (Santos *et al.*, 2021).

A consolidação do PEP também favorece auditorias clínicas e processos de avaliação da qualidade assistencial. O registro digital possibilita rastreabilidade detalhada das condutas adotadas (Monteiro; Santos; Santos, 2019). Entretanto, a efetividade do prontuário eletrônico na gestão do cuidado depende da qualidade do preenchimento e do engajamento das equipes. Registros incompletos comprometem potencial analítico do sistema (Santos; Vitoriano; Damian, 2019). A capacitação profissional contínua é elemento fundamental para consolidação do uso qualificado do PEP. A formação adequada amplia compreensão das funcionalidades e fortalece adesão ao sistema (Amorim, 2024).

A incorporação de tecnologias emergentes, como blockchain e contratos inteligentes, pode ampliar segurança e confiabilidade das informações, fortalecendo governança dos dados clínicos (Carvalho; Azevedo; Rendeiro, 2023; Xavier; Duque, 2021). Assim, o prontuário eletrônico consolida-se como ferramenta estruturante da gestão do

cuidado, articulando assistência, planejamento e avaliação em um mesmo ambiente informacional. Quando utilizado de forma qualificada, o PEP fortalece integração multiprofissional, segurança clínica e organização estratégica dos serviços de saúde (Monteiro; Santos; Santos, 2019).

5. Tecnologias Emergentes na Gestão de Prontuários

A evolução dos prontuários eletrônicos acompanha o avanço de tecnologias emergentes que ampliam segurança, interoperabilidade e inteligência no uso das informações clínicas. A incorporação de soluções digitais mais sofisticadas sinaliza a transição para um modelo de Saúde 4.0, no qual dados estruturados passam a desempenhar papel central na gestão estratégica (Xavier; Duque, 2021).

Entre essas inovações, destaca-se a aplicação da tecnologia blockchain na gestão de dados clínicos. O modelo descentralizado e criptografado de armazenamento fortalece proteção contra alterações indevidas e amplia rastreabilidade das informações registradas (Carvalho; Azevedo; Rendeiro, 2023). O uso de blockchain permite registro imutável das informações do paciente, garantindo maior confiabilidade jurídica e técnica. Essa característica torna-se especialmente relevante em ambientes que demandam alto nível de segurança documental. Associados ao blockchain, os smart contracts surgem como alternativa para automatizar regras de acesso e compartilhamento de dados clínicos. Esses contratos inteligentes possibilitam controle rigoroso sobre quem pode visualizar ou modificar informações específicas (Xavier; Duque, 2021).

Outra frente de inovação envolve sistemas avançados de visualização de dados clínicos. Ferramentas gráficas e dashboards interativos permitem interpretação rápida de informações complexas, favorecendo decisões clínicas e gerenciais mais assertivas. A organização visual estruturada dos medicamentos, exames e histórico clínico reduz risco de erros interpretativos e facilita análise comparativa de dados ao longo do tempo (Lima, 2023). Em ambientes hospitalares e cidades inteligentes, sistemas de suporte à decisão baseados em dados estruturados ampliam capacidade de planejamento e previsão de demandas assistenciais. A integração de bases informacionais favorece ações estratégicas mais eficazes (Cavalcante, 2018). A interoperabilidade entre diferentes plataformas digitais constitui elemento essencial das tecnologias emergentes. A troca segura de informações entre hospitais, unidades básicas e laboratórios fortalece continuidade do cuidado em redes integradas (Pinochet; Lopes; Silva, 2014).

A integração entre sistemas permite também consolidação de grandes volumes de dados clínicos, criando possibilidades para análises epidemiológicas mais refinadas e planejamento de políticas públicas baseadas em evidências (Pinto; Santos, 2020). A implantação de sistemas avançados exige infraestrutura tecnológica robusta, incluindo servidores seguros, redes estáveis e protocolos de proteção de dados. A sustentabilidade dessas soluções depende de investimento contínuo e governança institucional (Amorim, 2024). No âmbito da gestão hospitalar, plataformas digitais integradas permitem monitoramento em tempo real de indicadores assistenciais e administrativos, ampliando eficiência operacional (Estevam *et al.*, 2024).

As tecnologias emergentes também contribuem para redução de inconsistências documentais e duplicidade de registros, por meio de validações automatizadas e cruzamento inteligente de dados (Pinto; Santos, 2020). Entretanto, a incorporação dessas inovações requer capacitação profissional e adaptação dos processos de trabalho. A tecnologia, isoladamente, não garante melhoria se não estiver articulada à qualificação das equipes (Amorim, 2024). Assim, as tecnologias emergentes aplicadas à gestão de prontuários ampliam segurança, confiabilidade e capacidade analítica dos sistemas de informação em saúde. A consolidação dessas soluções fortalece o modelo digital contemporâneo, preparando o cenário para integração plena entre assistência, gestão e inovação tecnológica (Carvalho; Azevedo; Rendeiro, 2023).

6. Desafios na Implantação e Uso do PEP

A implantação do Prontuário Eletrônico do Paciente envolve transformações estruturais que ultrapassam a simples substituição do papel pelo sistema digital. Trata-se de processo que exige reorganização dos fluxos de trabalho, redefinição de rotinas administrativas e adaptação cultural das equipes de saúde (Amorim, 2024). Um dos principais desafios refere-se à resistência profissional diante da mudança tecnológica. Parte dos trabalhadores demonstra insegurança quanto ao uso dos sistemas informatizados, especialmente quando não há capacitação adequada ou suporte técnico contínuo (Oliveira, 2013).

A usabilidade das interfaces também impacta diretamente a adesão ao sistema. Plataformas com design pouco intuitivo ou excesso de etapas no preenchimento podem comprometer eficiência e gerar retrabalho. A sobrecarga de campos obrigatórios e a

rigidez de formulários estruturados podem dificultar registro ágil das informações clínicas, afetando a rotina assistencial. O equilíbrio entre padronização e flexibilidade constitui desafio permanente no desenvolvimento dos sistemas (Bueno *et al.*, 2023). A infraestrutura tecnológica insuficiente representa outro obstáculo relevante. Problemas de conectividade, equipamentos obsoletos e falhas no servidor comprometem funcionamento adequado do prontuário eletrônico (Macedo, 2019).

Na atenção primária, a implantação do PEC evidenciou dificuldades iniciais relacionadas à disponibilidade de internet estável e capacitação das equipes locais, especialmente em municípios de menor porte (Lima *et al.*, 2025). A duplicidade de registros constitui problema recorrente no ambiente digital. Cadastros inconsistentes prejudicam consolidação de dados e impactam análises epidemiológicas e administrativas (Pinto; Santos, 2020). A padronização dos registros clínicos também representa desafio técnico. A ausência de critérios uniformes pode gerar informações incompletas ou divergentes, comprometendo qualidade dos dados armazenados (Santos; Vitoriano; Damian, 2019).

Questões relacionadas à segurança da informação exigem atenção constante. A proteção contra acessos indevidos, vazamentos de dados e ataques cibernéticos demanda protocolos rigorosos e monitoramento permanente (Carvalho; Azevedo; Rendeiro, 2023). A confidencialidade dos dados do paciente constitui princípio ético fundamental. A gestão inadequada das permissões de acesso pode comprometer privacidade e gerar implicações jurídicas relevantes (Xavier; Duque, 2021).

Outro desafio envolve integração entre diferentes sistemas utilizados por hospitais e unidades básicas. A falta de interoperabilidade pode resultar em fragmentação das informações e duplicidade de trabalho (Pinochet; Lopes; Silva, 2014). A implantação do PEP também demanda investimento financeiro contínuo, tanto em manutenção quanto em atualização tecnológica. A sustentabilidade do sistema depende de planejamento orçamentário estruturado (Estevam *et al.*, 2024). A curva de aprendizado inicial pode reduzir produtividade nos primeiros momentos de implementação. Esse período de adaptação exige acompanhamento técnico e suporte institucional constante (Ávila *et al.*, 2022).

A cultura organizacional influencia diretamente sucesso da implantação. Instituições que valorizam gestão da informação e estimulam uso qualificado do sistema tendem a apresentar melhores resultados (Amorim, 2024). O envolvimento da liderança

institucional é elemento decisivo para consolidação do PEP. A ausência de apoio gerencial pode comprometer engajamento das equipes e continuidade do projeto (Macedo, 2019). Do mesmo modo, os desafios na implantação e uso do prontuário eletrônico demonstram que a transformação digital em saúde exige articulação entre tecnologia, infraestrutura, capacitação profissional e governança institucional. A superação dessas barreiras é condição essencial para que o PEP alcance seu potencial pleno na qualificação da assistência e da gestão em saúde (Oliveira, 2013).

7. Prontuários Eletrônicos e Pesquisa em Saúde

Os prontuários eletrônicos ampliaram significativamente as possibilidades de produção científica na área da saúde. A consolidação de dados estruturados e sistematizados permite acesso a informações clínicas de forma organizada, favorecendo análises epidemiológicas e estudos observacionais (Pinto; Santos, 2020). A utilização dos registros eletrônicos como fonte de dados secundários fortalece pesquisas baseadas em evidências reais da prática assistencial. Diferentemente de levantamentos isolados, o PEP reúne informações contínuas e longitudinalmente registradas (Galvão; Ricarte, 2011).

Na atenção primária, os dados provenientes do e-SUS AB têm contribuído para análise de indicadores populacionais e monitoramento de doenças crônicas. O acesso estruturado às informações permite identificar padrões de adoecimento e orientar intervenções preventivas (Santos *et al.*, 2021). O uso de prontuários eletrônicos também facilita avaliação de cobertura vacinal, acompanhamento de gestantes e controle de doenças transmissíveis, ampliando base de dados para pesquisas em saúde coletiva (Soranz; Pinto; Camacho, 2017). Na saúde da mulher, sistemas eletrônicos possibilitam análise sistemática de registros clínicos, fortalecendo estudos relacionados ao pré-natal, parto e assistência ginecológica (Reis; Correia; Pereira, 2011).

A integração entre bases de dados clínicas e administrativas amplia capacidade analítica das pesquisas institucionais. Informações sobre tempo de internação, procedimentos realizados e evolução clínica podem ser cruzadas para estudos de eficiência e qualidade assistencial (Estevam *et al.*, 2024). A estrutura digital dos prontuários também favorece mineração de dados e análise preditiva, permitindo identificação de tendências e fatores de risco com maior precisão metodológica (Cavalcante, 2018). Ferramentas de visualização de dados aplicadas aos prontuários

eletrônicos facilitam interpretação de grandes volumes de informações, ampliando possibilidades para pesquisas clínicas e farmacológicas (Lima, 2023).

A rastreabilidade digital fortalece confiabilidade das informações utilizadas em estudos científicos. A possibilidade de auditoria dos registros contribui para maior rigor metodológico (Santos; Vitoriano; Damian, 2019). Além do aspecto quantitativo, os prontuários eletrônicos podem subsidiar pesquisas qualitativas, especialmente na análise de registros evolutivos e descrições clínicas detalhadas (Amorim, 2024). Entretanto, a utilização dos dados para fins científicos exige rigor ético e proteção da privacidade dos pacientes. O acesso às informações deve estar alinhado a normas legais e princípios de confidencialidade (Carvalho; Azevedo; Rendeiro, 2023).

A anonimização dos dados constitui prática essencial para garantir segurança e evitar identificação indevida dos usuários do sistema de saúde (Xavier; Duque, 2021). A padronização dos registros clínicos é elemento fundamental para viabilidade de estudos comparativos. Dados inconsistentes ou incompletos comprometem qualidade das análises realizadas (Pinto; Santos, 2020). A interoperabilidade entre sistemas amplia potencial de pesquisas multicêntricas, permitindo compartilhamento estruturado de informações entre diferentes instituições (Pinochet; Lopes; Silva, 2014).

No contexto das cidades inteligentes, a integração de dados clínicos com informações demográficas e territoriais pode subsidiar pesquisas voltadas ao planejamento urbano e políticas públicas de saúde (Cavalcante, 2018). A consolidação de grandes bancos de dados clínicos favorece desenvolvimento de tecnologias baseadas em inteligência artificial, ampliando possibilidades de análise preditiva e suporte à decisão clínica (Lima, 2023).

Entretanto, o uso científico dos prontuários depende de governança institucional clara, com definição de critérios de acesso, validação metodológica e supervisão ética adequada (Amorim, 2024). Assim, os prontuários eletrônicos consolidam-se como instrumentos estratégicos não apenas para assistência e gestão, mas também para produção de conhecimento científico. Quando utilizados de forma ética, estruturada e metodologicamente rigorosa, fortalecem pesquisa em saúde e contribuem para desenvolvimento de políticas públicas baseadas em evidências (Galvão; Ricarte, 2011).

8. Considerações Finais

A gestão de informações em saúde consolidou-se como eixo estruturante da transformação digital no setor, evidenciando que dados clínicos organizados e acessíveis são fundamentais para qualificação da assistência e da administração dos serviços. O prontuário eletrônico do paciente representa marco significativo nesse processo, ao substituir modelos fragmentados por sistemas integrados e estruturados.

A evolução do PEP no Brasil, especialmente com a implantação do e-SUS AB e do Prontuário Eletrônico do Cidadão na atenção primária, demonstrou avanço relevante na padronização e consolidação dos registros clínicos. Essas iniciativas fortaleceram a capacidade de monitoramento populacional e ampliaram a integração entre níveis de atenção. O capítulo evidenciou que o prontuário eletrônico ultrapassa a função documental e assume papel estratégico na gestão do cuidado, na coordenação multiprofissional e no suporte à decisão clínica. A sistematização das informações favorece planejamento assistencial mais consistente e avaliação contínua da qualidade dos serviços.

As tecnologias emergentes, como blockchain, contratos inteligentes e ferramentas avançadas de visualização de dados, ampliam segurança e confiabilidade dos sistemas digitais. Essas inovações apontam para consolidação de modelos interoperáveis e mais protegidos no contexto da Saúde 4.0. Entretanto, persistem desafios relacionados à infraestrutura tecnológica, usabilidade dos sistemas, capacitação profissional e proteção de dados sensíveis. A superação dessas barreiras exige governança institucional estruturada e políticas públicas voltadas à sustentabilidade e à equidade.

A utilização dos prontuários eletrônicos para pesquisa científica reforça seu potencial como instrumento estratégico para produção de conhecimento e planejamento em saúde pública. O uso ético e responsável dessas bases de dados pode contribuir para formulação de políticas fundamentadas em evidências reais da prática assistencial. Portanto, a consolidação da gestão digital das informações em saúde depende da integração entre tecnologia, formação profissional, infraestrutura adequada e compromisso ético com a confidencialidade dos dados. O fortalecimento dos prontuários eletrônicos como instrumentos de assistência, gestão e pesquisa constitui passo essencial para construção de um sistema de saúde mais eficiente, integrado e orientado por evidências no cenário contemporâneo.

Referências Bibliográficas

- AMORIM, W. A. **Tecnologias digitais da informação e comunicação em saúde: um estudo sobre o prontuário eletrônico do paciente como instrumento à gestão da informação nos hospitais de Maceió**. 2025. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, Instituto de Ciências Humanas, Comunicação e Artes, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2024.
- ÁVILA, G. S. *et al.* Prontuário eletrônico na gestão do cuidado em equipes de saúde da família. **Cogitare Enfermagem**, v. 27, p. e79641, 2022.
- BUENO, T. *et al.* Análise da interface do prontuário eletrônico do paciente (PEP): Sistema de gestão hospitalar e-sus. **Blucher Design Proceedings**, v. 12, p. 1077-1090, 2023.
- CARVALHO, I. B. C.; AZEVEDO, G. W. L.; RENDEIRO, M. M. P. Aplicação da tecnologia blockchain na gestão de dados dos prontuários eletrônicos de pacientes: revisão integrativa da literatura. **Revista Sustinere**, v. 11, n. 2, p. 618-641, 2023.
- CAVALCANTE, R. C. C. **Suporte a decisão em serviços de saúde de cidades inteligentes baseado em prontuários eletrônicos dos pacientes**. 2018. 95 f. Dissertação (Programa Stricto Sensu em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2018.
- ESTEVAM, Adriane Lucena *et al.* Estudo sobre a utilização do sistema de Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) e seus efeitos na gestão hospitalar. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 13, p. e6810, 2024.
- FARIAS, G. B.; TABOSA, H. R.; PINTO, V. B. A gestão da informação por meio do prontuário eletrônico do paciente. In: Seminário Internacional de Informação para a Saúde (SINFORGEDS), 3., 2014, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2014.
- GALVAO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. O prontuário eletrônico do paciente no século XXI: contribuições necessárias da ciência da informação. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 2, n. 2, p. 77-100, 2011.
- LIMA, F. H. A. *et al.* Implantação do prontuário eletrônico do cidadão na atenção básica: relato de experiência. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 25, p. e18795, 2025.
- LIMA, N. A. **Recuperação da informação de prontuários eletrônicos: um modelo de visualização de informação de medicamentos**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Marília, 2023.
- MACÊDO, M. E. N. F. *et al.* A importância do prontuário eletrônico do cidadão (PEC) como ferramenta de gestão e cuidado para atenção primária à saúde. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 14, n. 1, p. e1567-e1567, 2025.

MACEDO, S. R. S. **A gestão documental de prontuário do paciente em saúde pública municipal em Aracaju:** da situação real para a ideal e sua inovação. 2019. 138 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão da Informação e do Conhecimento) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

MONTEIRO, E. K. R.; SANTOS, J. A. M.; SANTOS, A. A. P. Prontuário eletrônico como ferramenta da gestão do cuidado: uma proposta para atualização. **Revista de Saúde Dom Alberto**, v. 4, n. 1, p. 77-90, 2019.

OLIVEIRA, J. F. Gestão de Tecnologias da Informação e da Comunicação na Saúde: uma análise sobre o uso do prontuário eletrônico. **Interface**, v. 9, n. 1, 2013.

PINOCHET, L. H. C.; LOPES, A. S.; SILVA, J. S. Inovações e tendências aplicadas nas tecnologias de informação e comunicação na gestão da saúde. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde**, v. 3, n. 2, p. 11-29, 2014.

PINTO, L. F.; SANTOS, L. J. Prontuários eletrônicos na Atenção Primária: gestão de cadastros duplicados e contribuição para estudos epidemiológicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 1305-1312, 2020.

REIS, Z. S. N.; CORREIA, R. J. C.; PEREIRA, A. C. Sistemas eletrônicos de informação na assistência e pesquisa em saúde da mulher: para quando um maior envolvimento dos profissionais de saúde?. **Revista brasileira de ginecologia e obstetrícia**, v. 33, p. 107-110, 2011.

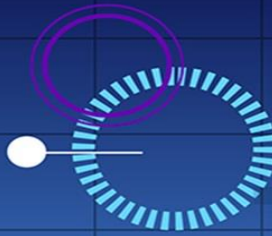
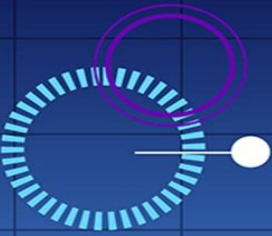
SANTOS, B. R. P.; VITORIANO, M. C. C. P.; DAMIAN, I. P. M. A gestão da informação orgânica e a gestão documental no contexto do prontuário do paciente de unidades básicas de saúde. **PontodeAcesso**, v. 13, n. 2, p. 202-222, 2019.

SANTOS, L. P. R. *et al.* e-SUS AB na cidade do Rio de Janeiro: projeto e implantação do sistema de informação em saúde. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 29, n. spe, p. 199-204, 2021.

SORANZ, D.; PINTO, L. F.; CAMACHO, L. A. B. Análise dos atributos dos cuidados primários em saúde utilizando os prontuários eletrônicos na cidade do Rio de Janeiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 3, p. 819-830, 2017.

SOUSA, G. B. **Sistemas de informação em saúde:** projeto de um prontuário eletrônico para técnicos em enfermagem. 2025. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) – Campus de Sobral, Universidade Federal do Ceará, Sobral, 2025.

XAVIER, A. C. C.; DUQUE, C. G. Prontuário eletrônico do paciente: qual a contribuição da arquivística e do Smart Contracts para a sua gestão na Era da Saúde 4.0. **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, v. 10, n. 3, p. 1-10, 2021.



CAPÍTULO 7

APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS NO MONITORAMENTO DE PACIENTES ONCOLÓGICOS

Antônio Veimar da Silva

Rogério Luis Souza Carvalho

Josué Moura Telles

1. Introdução

O cuidado oncológico tem passado por profundas transformações impulsionadas pelo avanço tecnológico nas últimas décadas. A incorporação de ferramentas digitais, inteligência artificial, medicina de precisão e sistemas de monitoramento remoto vem redefinindo práticas clínicas e ampliando possibilidades diagnósticas e terapêuticas, consolidando um novo paradigma assistencial na oncologia contemporânea (Do Carmo; Pereira; Arouche, 2024). A complexidade do tratamento do câncer exige acompanhamento contínuo, monitoramento rigoroso de sinais e sintomas e avaliação constante da resposta terapêutica. Nesse contexto, as tecnologias digitais assumem papel estratégico na ampliação da segurança clínica e na organização do cuidado longitudinal do paciente oncológico (Secoli *et al.*, 2005).

Os avanços em diagnóstico precoce, especialmente com novas tecnologias de imagem e biomarcadores de alta sensibilidade, ampliaram significativamente as chances de detecção em estágios iniciais da doença. Esses recursos fortalecem estratégias de vigilância ativa e monitoramento personalizado (Netto *et al.*, 2025). A medicina de precisão surge como eixo estruturante da oncologia moderna, integrando dados genéticos, moleculares e clínicos para definição de terapias individualizadas. O monitoramento tecnológico permite acompanhamento mais detalhado da evolução do tratamento e ajustes terapêuticos baseados em evidências específicas de cada paciente (Temporão *et al.*, 2022).

Além das abordagens laboratoriais e genéticas, aplicativos móveis e plataformas digitais têm sido desenvolvidos para acompanhamento de sinais e sintomas, adesão ao tratamento e controle de eventos adversos. Essas ferramentas ampliam a comunicação entre paciente e equipe multiprofissional (Andrade *et al.*, 2025). A integração da inteligência artificial na oncologia também fortalece sistemas de apoio à decisão clínica, permitindo análise de grandes volumes de dados e identificação de padrões que auxiliam no diagnóstico e na definição terapêutica (Simonassi *et al.*, 2024).

O monitoramento tecnológico não se restringe ao diagnóstico e à terapêutica farmacológica, mas também alcança dimensões psicossociais e de qualidade de vida. Estratégias como realidade virtual e plataformas de acompanhamento digital têm demonstrado impacto positivo na redução de ansiedade e dor em pacientes oncológicos, especialmente na pediatria (Frutuoso *et al.*, 2025). Diante desse cenário, este capítulo tem como objetivo analisar as principais aplicações tecnológicas no monitoramento de pacientes oncológicos, discutindo avanços em diagnóstico, inteligência artificial, medicina de precisão, acompanhamento digital e avaliação de tecnologias em saúde, com foco na qualificação do cuidado e na melhoria dos desfechos clínicos (Temporão *et al.*, 2022).

2. Tecnologias Digitais no Monitoramento Clínico Oncológico

O monitoramento clínico de pacientes oncológicos tem sido significativamente ampliado pelo uso de tecnologias digitais, especialmente aplicativos móveis e plataformas de acompanhamento remoto. Essas ferramentas permitem registro contínuo de sinais e sintomas, favorecendo intervenções precoces e maior segurança no tratamento (Andrade *et al.*, 2025). A criação de protótipos de aplicativos específicos para acompanhamento

oncológico demonstra esforço crescente de integrar tecnologia à prática assistencial. Tais soluções digitais permitem que pacientes relatem eventos adversos, efeitos colaterais e alterações clínicas em tempo real (Cardoso, 2021).

Na enfermagem oncológica, o desenvolvimento de aplicativos móveis também tem sido utilizado como estratégia de educação permanente e qualificação do cuidado. O uso dessas ferramentas fortalece comunicação entre equipe e paciente, ampliando monitoramento domiciliar (Carvalho; Chagas; Silva, 2020). O acompanhamento digital contribui para maior adesão ao tratamento, pois facilita orientação contínua e esclarecimento de dúvidas fora do ambiente hospitalar. A comunicação mediada por tecnologia amplia vínculo terapêutico e reduz barreiras geográficas (Andrade *et al.*, 2025). Além das plataformas móveis, sistemas informatizados de acompanhamento farmacoterapêutico têm sido implementados para monitorar interações medicamentosas, adesão e reações adversas. A atuação do farmacêutico, apoiada por tecnologias digitais, fortalece segurança terapêutica (Campanharo *et al.*, 2023).

A construção colaborativa de algoritmos clínicos para serviços de farmácia oncológica representa avanço importante no monitoramento sistemático do uso de medicamentos antineoplásicos. Esses algoritmos auxiliam na padronização de protocolos e no acompanhamento individualizado (Silveira *et al.*, 2025). O uso de tecnologia cognitiva e ferramentas computacionais na oncologia amplia capacidade de análise de dados clínicos complexos. Sistemas digitais contribuem para identificação de padrões clínicos e apoio ao acompanhamento longitudinal (Gimenes; Zuchi, 2021).

No contexto da saúde da mulher, o monitoramento digital do rastreamento oncológico fortalece controle de exames preventivos e acompanhamento de resultados, contribuindo para diagnóstico mais precoce e acompanhamento sistemático (Gondim, 2025). A telemedicina e o monitoramento remoto também ampliam acesso a pacientes que residem em regiões distantes dos grandes centros oncológicos. O acompanhamento virtual reduz necessidade de deslocamentos frequentes e contribui para continuidade do cuidado (Do Carmo; Pereira; Arouche, 2024). As plataformas tecnológicas aplicadas à vigilância ativa, como no câncer de próstata, combinam métodos laboratoriais avançados e aprendizado de máquina para monitoramento contínuo e análise preditiva (Borba, 2025).

A integração entre tecnologias digitais e medicina de precisão fortalece personalização do acompanhamento clínico. Dados moleculares e genéticos podem ser

associados a sistemas digitais de monitoramento, ampliando controle terapêutico (Santana *et al.*, 2025). O monitoramento digital também favorece avaliação da qualidade de vida do paciente oncológico. Registros sistematizados de sintomas físicos e emocionais permitem intervenções direcionadas e abordagem mais humanizada (Secoli *et al.*, 2005). Entretanto, a efetividade dessas tecnologias depende de infraestrutura adequada, capacitação profissional e acesso equitativo às plataformas digitais. A exclusão digital pode limitar benefícios do monitoramento remoto (Temporão *et al.*, 2022).

Portanto, as tecnologias digitais aplicadas ao monitoramento clínico oncológico representam avanço significativo na organização do cuidado, ampliando segurança, personalização e continuidade assistencial. Sua consolidação depende de integração entre inovação tecnológica, formação multiprofissional e políticas públicas voltadas à equidade no acesso aos serviços (Costa; Silva, 2017).

3. Inteligência Artificial e Sistemas de Apoio à Decisão em Oncologia

A incorporação da inteligência artificial (IA) na oncologia tem ampliado significativamente a capacidade de análise diagnóstica e monitoramento clínico. Algoritmos capazes de processar grandes volumes de dados clínicos, laboratoriais e de imagem contribuem para identificação precoce de alterações sugestivas de malignidade (Simonassi *et al.*, 2024). No campo do diagnóstico precoce, tecnologias baseadas em IA associadas a biomarcadores de alta sensibilidade e técnicas avançadas de imagem têm demonstrado potencial para detectar alterações tumorais em estágios iniciais. Essa capacidade favorece intervenções mais eficazes e melhora prognóstico dos pacientes (Netto *et al.*, 2025).

A análise computacional aplicada ao monitoramento genético do câncer de mama hereditário constitui exemplo concreto do uso da IA na prática clínica. Sistemas automatizados auxiliam na interpretação de variantes genéticas e na avaliação de risco individualizado (Santos, 2025). A oncologia de precisão depende fortemente da integração entre dados moleculares e ferramentas digitais de processamento inteligente. A IA permite correlacionar perfis genéticos com respostas terapêuticas, orientando decisões clínicas mais personalizadas (Temporão *et al.*, 2022). Os sistemas de apoio à decisão médica em oncologia utilizam bancos de dados estruturados e aprendizado de máquina para sugerir condutas terapêuticas baseadas em evidências atualizadas. Essas

ferramentas auxiliam o profissional na escolha do tratamento mais adequado (Dantas *et al.*, 2018).

A vigilância ativa no câncer de próstata tem incorporado tecnologias avançadas como espectroscopia e análise metabolômica associadas ao aprendizado de máquina. Esses recursos ampliam capacidade de monitoramento e reduzem intervenções desnecessárias (Borba, 2025). A tecnologia cognitiva aplicada à oncologia permite cruzamento automatizado de informações clínicas complexas, contribuindo para análise multidimensional do quadro do paciente. Essa abordagem fortalece suporte ao raciocínio clínico (Gimenes; Zuchi, 2021). No monitoramento terapêutico, algoritmos podem identificar padrões de toxicidade medicamentosa e antecipar riscos de eventos adversos. A análise preditiva favorece ajustes precoces no esquema terapêutico (Campanharo *et al.*, 2023). A IA também tem sido empregada na organização de protocolos clínicos e padronização de fluxos assistenciais, contribuindo para maior uniformidade nas condutas oncológicas (Silveira *et al.*, 2025).

Na radioterapia, sistemas inteligentes auxiliam no planejamento preciso das doses e na delimitação de áreas-alvo, reduzindo exposição de tecidos saudáveis e ampliando segurança do tratamento (Pereira; Vieira; Souza, 2025). A integração entre IA e nanotecnologia abre novas possibilidades diagnósticas e terapêuticas, especialmente na identificação de marcadores tumorais e na administração direcionada de fármacos (Costa; Silva, 2017). Apesar dos avanços, a utilização da inteligência artificial na oncologia levanta desafios éticos e regulatórios. A transparência dos algoritmos e a validação científica dos sistemas são essenciais para garantir segurança e confiabilidade (Simonassi *et al.*, 2024).

A dependência excessiva de sistemas automatizados pode comprometer autonomia profissional se não houver supervisão crítica do especialista. A IA deve ser compreendida como ferramenta de apoio, e não substituição do julgamento clínico (Dantas *et al.*, 2018). Outro desafio envolve equidade no acesso às tecnologias de precisão. A incorporação desigual da IA pode ampliar disparidades regionais no cuidado oncológico (Temporão *et al.*, 2022).

A capacitação das equipes multiprofissionais é condição essencial para uso qualificado dos sistemas inteligentes. A interpretação adequada das recomendações algorítmicas exige formação técnica e compreensão das limitações tecnológicas (Secoli *et al.*, 2005). Assim, a inteligência artificial e os sistemas de apoio à decisão representam avanço estratégico na oncologia contemporânea, ampliando capacidade diagnóstica,

personalização terapêutica e monitoramento clínico. Sua consolidação depende de integração responsável entre inovação tecnológica, formação profissional e compromisso ético com o cuidado centrado no paciente (Simonassi *et al.*, 2024).

4. Oncologia de Precisão e Monitoramento Personalizado

A oncologia de precisão representa uma mudança paradigmática no cuidado ao paciente com câncer, ao substituir abordagens generalizadas por estratégias terapêuticas baseadas em características genéticas, moleculares e clínicas individuais. Essa perspectiva integra avanços tecnológicos e biomédicos para personalizar o monitoramento e o tratamento oncológico (Temporão *et al.*, 2022).

A análise genômica tornou-se ferramenta central na definição de condutas terapêuticas personalizadas. O sequenciamento genético permite identificar mutações específicas associadas ao desenvolvimento tumoral, orientando terapias-alvo mais eficazes (Santana *et al.*, 2025). No câncer de mama hereditário, por exemplo, aplicações de análise computacional têm ampliado a capacidade de monitoramento genético e identificação de variantes de risco. Esses recursos favorecem intervenções preventivas e estratégias de vigilância individualizada (Santos, 2025).

A integração entre dados moleculares e plataformas digitais permite acompanhamento contínuo da resposta ao tratamento, possibilitando ajustes terapêuticos baseados em marcadores biológicos específicos (Temporão *et al.*, 2022). A medicina de precisão também se beneficia de sistemas de apoio à decisão que correlacionam perfis genéticos com bases de dados internacionais, ampliando repertório terapêutico disponível ao profissional (Dantas *et al.*, 2018). No contexto dos cânceres raros, a personalização terapêutica baseada em dados genéticos tem demonstrado impacto significativo na sobrevida e na qualidade de vida dos pacientes. A tecnologia amplia possibilidades terapêuticas antes consideradas limitadas (Santana *et al.*, 2025). A vigilância ativa no câncer de próstata ilustra aplicação prática do monitoramento personalizado, combinando análise metabolômica e aprendizado de máquina para acompanhamento clínico sem intervenções invasivas desnecessárias (Borba, 2025).

A integração de biomarcadores de alta sensibilidade às estratégias de monitoramento possibilita identificação precoce de recidivas e avaliação mais precisa da resposta terapêutica (Netto *et al.*, 2025). Além da dimensão genética, a oncologia de

precisão também considera aspectos metabólicos e nutricionais. A incorporação de protocolos de terapia nutricional de precisão contribui para suporte metabólico individualizado durante o tratamento (Lanzieri *et al.*, 2024). As estratégias nanotecnológicas aplicadas ao diagnóstico e à entrega direcionada de medicamentos representam avanço complementar na personalização terapêutica. A nanotecnologia permite maior especificidade no combate às células tumorais (Costa; Silva, 2017).

A radioterapia moderna também integra princípios de precisão, utilizando planejamento digital avançado para delimitar áreas tumorais com maior exatidão e minimizar danos a tecidos saudáveis (Pereira; Vieira; Souza, 2025). O monitoramento personalizado exige sistemas digitais robustos capazes de integrar dados clínicos, laboratoriais e genômicos. Essa consolidação informacional favorece tomada de decisão baseada em múltiplos parâmetros (Simonassi *et al.*, 2024). Entretanto, a incorporação ampla da medicina de precisão enfrenta desafios estruturais, especialmente relacionados ao custo das tecnologias e à desigualdade no acesso aos exames genéticos avançados (Temporão *et al.*, 2022). A capacitação profissional constitui elemento essencial para interpretação adequada dos resultados moleculares. A complexidade dos dados exige formação contínua das equipes multiprofissionais envolvidas no cuidado oncológico (Secoli *et al.*, 2005).

Além disso, questões éticas relacionadas ao uso de informações genéticas demandam protocolos rigorosos de confidencialidade e aconselhamento adequado aos pacientes e familiares (Temporão *et al.*, 2022). Assim, a oncologia de precisão e o monitoramento personalizado consolidam-se como pilares da inovação tecnológica no cuidado oncológico contemporâneo. A integração entre genética, tecnologia digital e acompanhamento clínico contínuo amplia possibilidades terapêuticas e fortalece abordagem centrada no paciente, desde que acompanhada de políticas de acesso equitativo e governança ética (Santana *et al.*, 2025).

5. Tecnologias Terapêuticas e Monitoramento do Tratamento

O avanço tecnológico na oncologia não se restringe ao diagnóstico e à personalização terapêutica, mas também alcança diretamente os métodos de tratamento e seu monitoramento contínuo. A evolução das abordagens médicas ao longo dos anos

demonstra como a tecnologia tem redefinido protocolos e ampliado possibilidades de cuidado mais seguro e eficaz (Do Carmo; Pereira; Arouche, 2024).

A radioterapia moderna constitui exemplo expressivo dessa transformação. Sistemas digitais de planejamento terapêutico permitem delimitação precisa das áreas tumorais, reduzindo exposição de tecidos saudáveis e minimizando efeitos colaterais. O monitoramento digital durante a radioterapia possibilita ajustes em tempo real, garantindo maior controle sobre doses aplicadas e resposta do organismo ao tratamento. Essa precisão contribui para melhores desfechos clínicos (Pereira; Vieira; Souza, 2025).

A nanotecnologia também tem desempenhado papel relevante no tratamento oncológico, especialmente na administração direcionada de fármacos. A entrega seletiva dos medicamentos às células tumorais reduz toxicidade sistêmica e amplia eficácia terapêutica (Costa; Silva, 2017). Além disso, plataformas tecnológicas aplicadas ao desenvolvimento de fármacos oncológicos fortalecem articulação entre pesquisa científica e setor produtivo, contribuindo para inovação contínua na terapêutica do câncer (Almeida; Moraes, 2014). O monitoramento farmacoterapêutico apoiado por sistemas digitais permite acompanhamento rigoroso da adesão ao tratamento e identificação precoce de eventos adversos. A atuação do farmacêutico, integrada às tecnologias digitais, amplia segurança do paciente (Campanharo *et al.*, 2023).

A construção colaborativa de algoritmos para serviços de farmácia clínica em oncologia fortalece padronização de protocolos e contribui para controle mais eficiente do uso de medicamentos antineoplásicos (Silveira *et al.*, 2025). No cuidado de pacientes terminais, tecnologias aplicadas à assistência de enfermagem possibilitam monitoramento mais humanizado e organizado dos sintomas, contribuindo para conforto e qualidade de vida (Silva, 2025). A realidade virtual tem sido utilizada como ferramenta terapêutica complementar, especialmente em oncologia pediátrica. Estudos indicam impacto positivo na redução da dor, ansiedade e estresse durante procedimentos invasivos (Frutuoso *et al.*, 2025). Essas intervenções tecnológicas também contribuem para humanização do cuidado, ao integrar estratégias digitais que aliviam sofrimento emocional e físico associado ao tratamento oncológico (Frutuoso *et al.*, 2025).

A terapia nutricional de precisão representa outra dimensão relevante no monitoramento terapêutico. Protocolos personalizados baseados no metabolismo tumoral e nas necessidades individuais fortalecem suporte clínico durante o tratamento. O acompanhamento metabólico sistematizado permite ajustes nutricionais que

favorecem resposta terapêutica e reduzem complicações associadas à desnutrição ou perda de massa corporal (Lanzieri *et al.*, 2024). A integração entre sistemas digitais e medicina de precisão possibilita monitoramento contínuo da evolução clínica, com análise comparativa de marcadores laboratoriais ao longo do tratamento (Santana *et al.*, 2025).

As tecnologias de imagem de alta sensibilidade também auxiliam no acompanhamento da resposta tumoral, permitindo avaliação detalhada da eficácia terapêutica e detecção precoce de recidivas (Netto *et al.*, 2025). Os sistemas de apoio à decisão médica contribuem para revisão periódica das estratégias terapêuticas, considerando evidências atualizadas e dados individuais do paciente (Dantas *et al.*, 2018). Apesar dos avanços, a incorporação dessas tecnologias exige avaliação criteriosa quanto à sustentabilidade econômica e à viabilidade de implementação nos diferentes contextos do sistema de saúde (Costa *et al.*, 2017).

A Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS) desempenha papel central na análise de custo-efetividade e impacto assistencial das novas intervenções terapêuticas oncológicas (Costa *et al.*, 2017). Assim, as tecnologias terapêuticas e os sistemas de monitoramento do tratamento oncológico consolidam um modelo assistencial mais preciso, integrado e centrado no paciente. A combinação entre inovação tecnológica e acompanhamento contínuo amplia segurança clínica, melhora qualidade de vida e fortalece resultados terapêuticos, desde que acompanhada de políticas públicas sustentáveis e acesso equitativo (Temporão *et al.*, 2022).

6. Gestão, Avaliação e Incorporação de Tecnologias em Oncologia

A incorporação de tecnologias no cuidado oncológico exige planejamento estruturado e análise criteriosa de impacto clínico, econômico e social. A gestão eficiente dessas inovações depende de processos formais de Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS), que orientam decisões baseadas em evidências (Costa *et al.*, 2017). A ATS em oncologia considera critérios como eficácia terapêutica, segurança, custo-efetividade e impacto orçamentário. Esse processo é fundamental para garantir que novas tecnologias agreguem valor real ao sistema de saúde (Costa *et al.*, 2017). No contexto brasileiro, os desafios para incorporação da medicina de precisão incluem desigualdades regionais, limitações de financiamento e necessidade de ampliação da infraestrutura laboratorial e tecnológica (Temporão *et al.*, 2022).

A gestão estratégica das tecnologias também envolve articulação entre pesquisa científica, indústria farmacêutica e sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação. Plataformas tecnológicas voltadas a fármacos oncológicos fortalecem essa integração institucional (Almeida; Moraes, 2014). A incorporação sustentável das inovações depende de alinhamento entre desenvolvimento tecnológico e necessidades reais da população. A priorização de tecnologias deve considerar perfil epidemiológico e impacto na qualidade de vida dos pacientes (Temporão *et al.*, 2022).

A gestão hospitalar desempenha papel central na avaliação da viabilidade operacional das novas ferramentas. A adoção de sistemas digitais para monitoramento oncológico exige infraestrutura adequada e capacitação multiprofissional (Do Carmo; Pereira; Arouche, 2024). Além da dimensão econômica, a incorporação tecnológica deve considerar princípios éticos, garantindo equidade no acesso às inovações terapêuticas e diagnósticas (Temporão *et al.*, 2022). A personalização terapêutica baseada em dados genéticos e moleculares requer políticas públicas que assegurem disponibilidade de exames avançados no sistema público de saúde (Santana *et al.*, 2025). O monitoramento genético de câncer hereditário exemplifica como a tecnologia pode ampliar capacidade preventiva, mas também evidencia necessidade de governança regulatória clara (Santos, 2025).

A gestão das tecnologias também envolve análise de impacto organizacional. A implementação de sistemas digitais modifica fluxos assistenciais, exigindo reorganização das rotinas clínicas e administrativas (Costa *et al.*, 2017). A sustentabilidade econômica é elemento crítico na oncologia, dado o alto custo das terapias-alvo e dos exames moleculares. A tomada de decisão deve equilibrar inovação com viabilidade financeira do sistema (Temporão *et al.*, 2022). A integração entre plataformas digitais e monitoramento farmacoterapêutico fortalece racionalização do uso de medicamentos antineoplásicos, reduzindo desperdícios e promovendo maior segurança clínica (Campanharo *et al.*, 2023).

A construção colaborativa de protocolos clínicos baseados em algoritmos favorece padronização do cuidado e otimização de recursos institucionais (Silveira *et al.*, 2025). A realidade virtual e outras tecnologias terapêuticas complementares também precisam ser avaliadas quanto à eficácia e custo-benefício antes de sua ampla implementação (Frutuoso *et al.*, 2025). A nanotecnologia aplicada ao tratamento do câncer amplia perspectivas terapêuticas, mas requer avaliação rigorosa quanto à segurança e impacto a longo prazo (Costa; Silva, 2017). A governança das tecnologias oncológicas exige participação

multiprofissional e diálogo entre gestores, clínicos e pesquisadores. A tomada de decisão compartilhada fortalece legitimidade das políticas adotadas (Almeida; Moraes, 2014).

A consolidação de sistemas digitais integrados também contribui para monitoramento contínuo dos resultados das tecnologias incorporadas, permitindo ajustes estratégicos baseados em dados reais (Do Carmo; Pereira; Arouche, 2024). Assim, a gestão, avaliação e incorporação de tecnologias em oncologia configuram processo complexo que articula inovação científica, sustentabilidade econômica e compromisso ético com a equidade. A consolidação de políticas públicas estruturadas é condição essencial para que os avanços tecnológicos se traduzam em melhoria efetiva do cuidado oncológico no Brasil (Costa *et al.*, 2017).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço das aplicações tecnológicas no monitoramento de pacientes oncológicos evidencia transformação profunda no cuidado ao câncer, integrando diagnóstico precoce, medicina de precisão, inteligência artificial e plataformas digitais de acompanhamento contínuo. A incorporação dessas ferramentas amplia a capacidade de personalização terapêutica e fortalece o acompanhamento longitudinal do paciente, contribuindo para maior segurança clínica e melhores desfechos assistenciais.

As tecnologias digitais, especialmente aplicativos móveis e sistemas de monitoramento remoto, demonstraram potencial significativo na organização do cuidado, na identificação precoce de sinais e sintomas e na melhoria da comunicação entre paciente e equipe multiprofissional. Essa integração fortalece adesão ao tratamento e reduz riscos associados a eventos adversos não monitorados. A inteligência artificial e os sistemas de apoio à decisão consolidam-se como ferramentas estratégicas na oncologia contemporânea, ampliando capacidade diagnóstica e suporte à definição terapêutica baseada em dados genômicos e clínicos complexos. A análise computacional de biomarcadores e dados moleculares representa avanço relevante na personalização do cuidado.

A medicina de precisão e o monitoramento personalizado reafirmam a centralidade do paciente no processo terapêutico, integrando informações genéticas, metabólicas e clínicas para definição de estratégias individualizadas. No entanto, sua consolidação depende da superação de barreiras estruturais e econômicas, especialmente

no contexto do sistema público de saúde. As tecnologias terapêuticas, como radioterapia avançada, nanotecnologia e realidade virtual aplicada ao cuidado oncológico, ampliam não apenas a eficácia clínica, mas também a dimensão humanizada do tratamento, contribuindo para redução de sofrimento físico e emocional.

Entretanto, a incorporação dessas inovações requer avaliação criteriosa por meio de processos formais de Avaliação de Tecnologias em Saúde, assegurando equilíbrio entre inovação, sustentabilidade financeira e equidade no acesso. A governança tecnológica deve estar alinhada às necessidades da população e às diretrizes do sistema de saúde brasileiro. Portanto, as aplicações tecnológicas no monitoramento oncológico configuram cenário promissor para a construção de um modelo assistencial mais preciso, integrado e centrado no paciente. O futuro da oncologia digital dependerá da articulação entre pesquisa científica, políticas públicas estruturadas, formação multiprofissional qualificada e compromisso ético com a democratização do acesso às inovações terapêuticas.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, M. F. L.; MORAES, C. A. C. Plataformas tecnológicas para fármacos oncológicos: uma abordagem integrada de prospecção como suporte à articulação empresarial com o SNCTI. **Parcerias Estratégicas**, v. 19, n. 39, 2014.
- ANDRADE, Y. N. L. *et al.* Criação de protótipo de aplicativo móvel para monitoramento de pacientes oncológicos em município do Maranhão. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 10, p. e18946, 2025.
- BORBA, S. A. **Plataformas Tecnológicas na Vigilância Ativa no Câncer de Próstata: Espectroscopia ATR-FTIR, Análise Metabolômica e Aprendizado de Máquina**. 2025. 153 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2025.
- CAMPANHARO, C. V. *et al.* O farmacêutico na oncologia: uso de novas tecnologias no acompanhamento farmacoterapêutico. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 4, n. 12, p. e4124548, 2023.
- CARDOSO, L. C. P. **A criação do dispositivo móvel para o controle de sinais e sintomas oncológicos**. 2021. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Enfermagem) - Instituto de Enfermagem, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2021.
- CARVALHO, R. B.; CHAGAS, M. S.; SILVA, A. L. A. Criação de Aplicativo Móvel para uso na Assistência de Enfermagem Oncológica: Uma Estratégia de Educação Permanente em Saúde. **Revista Pró-UniverSUS**, v. 11, n. 2, p. 189-191, 2020.
- COSTA, A. M.; SILVA, V. V. Estratégias nanotecnológicas para diagnóstico e tratamento do câncer. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 5, n. 2, p. 1-13, 2017.
- COSTA, R. *et al.* Estratégias políticas que norteiam a incorporação de tecnologias: Avaliação de Tecnologias em Saúde em oncologia. **Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, v. 9, n. 1, p. 30-38, 2017.
- DANTAS, B. L. *et al.* Sistemas de Apoio à Decisão Médica: Uma Inovação na Medicina Oncológica. **Revista Saúde & Ciência**, v. 7, n. 2, p. 26-34, 2018.
- DO CARMO, G. M.; PEREIRA, G. A.; AROUCHE, J. S. Tecnologia aplicada às abordagens médicas: a evolução da medicina ao longo dos anos-estudo de revisão. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 10, p. e7286, 2024.
- FRUTUOSO, G. M. *et al.* Realidade virtual como ferramenta terapêutica: impactos na dor, ansiedade e bem-estar psicofísico de pacientes oncológicos pediátricos. **Revista Educação em Saúde**, v. 13, n. Suplemento 1, p. 218-231, 2025.
- GIMENES, G. S.; ZUCHI, J. D. O uso da tecnologia cognitiva para avanços na oncologia. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, p. 181-192, 2021.

GONDIM, M. M. **Saúde da Mulher**: acompanhamento digital do rastreamento oncológico. 2025. 67f. Dissertação (Mestrado Profissional em Telemedicina e Telessaúde) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

LANZIERI, S. S. A. *et al.* A integração da terapia nutricional de precisão nos cuidados oncológicos: padronização de protocolos, metabolismo tumoral e sustentabilidade econômica em sistemas de Saúde. **RCMOS-Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 1, n. 2, 2024.

NETTO, J. V. M. C. *et al.* Avanços em diagnóstico precoce do câncer: novas tecnologias de imagem e biomarcadores de alta sensibilidade. **Lumen et Virtus**, v. 16, n. 49, p. 6504-6518, 2025.

PEREIRA, M. C. S.; VIEIRA, E.; SOUZA, H. S. Inovação tecnológica e humanização no tratamento oncológico: contribuições da radioterapia no Brasil. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 11, p. 8616-8633, 2025.

SANTANA, E. S. *et al.* Impacto da oncologia de precisão no tratamento de cânceres raros com avanços tecnológicos e personalização das terapias: revisão de literatura. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 6, p. e15760, 2025.

SANTOS, R. G. Aplicações de análise computacional no monitoramento genético de câncer de mama hereditário. **Revista Foco**, v. 18, n. 12, p. e10938, 2025.

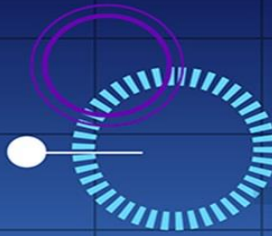
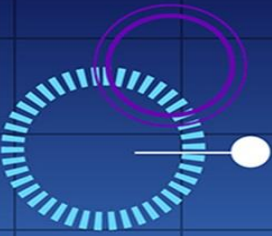
SECOLI, S. R. *et al.* Avanços tecnológicos em oncologia: reflexões para a prática de enfermagem. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 51, n. 4, p. 331-337, 2005.

SILVA, J. L. P. A utilização da tecnologia na assistência de enfermagem a pacientes terminais com câncer: uma revisão integrativa. **Repositório Institucional do Unifip**, v. 10, n. 1, 2025.

SILVEIRA, G. C. *et al.* Construção colaborativa de algoritmo para implantação de um serviço de farmácia clínica em oncologia. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 8, n. 19, p. e082610, 2025.

SIMONASSI, G. S. *et al.* O impacto da inteligência artificial no diagnóstico médico: avanços, desafios e oportunidades. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 10, p. 2233-2242, 2024.

TEMPORÃO, J. G. *et al.* Desafios atuais e futuros do uso da medicina de precisão no acesso ao diagnóstico e tratamento de câncer no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, p. e00006122, 2022.



CAPÍTULO 8

BIOTECNOLOGIA E REGENERAÇÃO ÓSSEA: MECANISMOS MITOCONDRIAIS E O PAPEL DO NADH NA IMPLANTODONTIA DIGITAL

Viviane Mesquita de Oliveira Zahn

1. Introdução

A regeneração óssea representa um dos pilares fundamentais da implantodontia contemporânea, especialmente diante da crescente demanda por reabilitações funcionais e estéticas cada vez mais previsíveis. O sucesso clínico dos implantes dentários está diretamente relacionado à qualidade da osseointegração, processo biológico complexo que envolve interação dinâmica entre células, matriz extracelular e biomateriais (Albrektsson; Johansson, 2001). Nas últimas décadas, os avanços em biotecnologia ampliaram significativamente a compreensão dos mecanismos celulares envolvidos na formação e remodelação óssea. Estudos recentes demonstram que a fase inicial da regeneração é decisiva para o sucesso terapêutico, sendo marcada por intensa atividade inflamatória, recrutamento celular e reorganização metabólica (Duda *et al.*, 2023).

A integração entre metabolismo celular e reparo tecidual passou a ocupar posição central nas pesquisas em engenharia óssea. A inflamação, quando adequadamente modulada, desempenha papel regulador essencial na cicatrização e na regeneração,

estabelecendo diálogo constante entre sistema imunológico e metabolismo energético (Eming; Wynn; Martin, 2017). Nesse contexto, a mitocôndria emerge como organela estratégica no controle da diferenciação osteoblástica e na manutenção da homeostase óssea. Evidências apontam que a regulação mitocondrial da bioenergética celular constitui fator determinante para a osteogênese e para a consolidação do tecido ósseo neoformado (Lu *et al.*, 2025).

O equilíbrio redox também assume papel crucial nesse processo. As espécies reativas de oxigênio (ROS) exercem função dual na fisiologia óssea, podendo estimular diferenciação celular em níveis fisiológicos ou desencadear dano oxidativo quando desreguladas (Sontakke; Tare, 2002). A manutenção da homeostase redox depende de mecanismos antioxidantes eficientes e de adequada regulação metabólica mitocondrial. O estresse oxidativo descontrolado pode comprometer remodelação óssea e interferir na estabilidade de implantes dentários (Domazetovic *et al.*, 2017).

Entre os reguladores centrais do metabolismo celular, o NAD⁺ e sua forma reduzida NADH destacam-se como moléculas-chave na produção de energia e na comunicação entre núcleo e mitocôndria. O metabolismo do NAD⁺ influencia diretamente processos de envelhecimento celular, reparo tecidual e diferenciação osteogênica (Cantó; Menzies; Auwerx, 2015). Estudos demonstram que a redução dos níveis de NAD⁺ compromete a osteogênese de células-tronco mesenquimais e prejudica a consolidação óssea, evidenciando a importância da bioenergética mitocondrial na regeneração tecidual (Li *et al.*, 2022).

Paralelamente, o desenvolvimento de biomateriais inteligentes e estratégias de regeneração óssea guiada ampliou as possibilidades terapêuticas na implantodontia digital. A integração entre engenharia tecidual, sinalização intracelular e tecnologias digitais de planejamento cirúrgico inaugura nova fase na reabilitação oral (Zambuzzi *et al.*, 2011; Bedrossian, 2022). Diante desse cenário, o presente capítulo tem como objetivo analisar os mecanismos mitocondriais envolvidos na regeneração óssea, destacando o papel do NADH na bioenergética celular e discutindo como esses processos biológicos se integram às estratégias contemporâneas de biotecnologia e implantodontia digital, contribuindo para maior previsibilidade clínica e inovação terapêutica (Covarrubias *et al.*, 2021).

2. Bases Biológicas da Osseointegração e Regeneração Óssea

A osseointegração constitui o princípio biológico central da implantodontia moderna, caracterizando-se pela conexão direta e funcional entre o tecido ósseo vivo e a superfície do implante, sem interposição de tecido fibroso. Esse fenômeno depende de interação altamente coordenada entre fatores celulares, moleculares e biomecânicos. Os conceitos de osteoindução e osteocondução complementam essa compreensão. Enquanto a osteoindução refere-se à capacidade de induzir células indiferenciadas a se tornarem osteoblastos, a osteocondução envolve a habilidade de um biomaterial servir como arcabouço para crescimento ósseo, ambos essenciais na regeneração peri-implantar (Albrektsson; Johansson, 2001).

A fase inicial da regeneração óssea é considerada decisiva para o sucesso clínico. Nas primeiras horas após a instalação do implante ocorre formação do coágulo sanguíneo, liberação de citocinas inflamatórias e recrutamento de células progenitoras, iniciando o processo de cicatrização (Duda *et al.*, 2023). A inflamação inicial, embora muitas vezes associada a processos patológicos, é etapa fisiológica indispensável para regeneração. Ela promove remoção de debris celulares e ativa vias metabólicas necessárias para diferenciação osteogênica (Eming; Wynn; Martin, 2017). A remodelação óssea subsequente depende do equilíbrio entre osteoblastos, responsáveis pela formação óssea, e osteoclastos, encarregados da reabsorção. Esse equilíbrio dinâmico garante manutenção estrutural e adaptação funcional do tecido (Park-Min, 2019).

Alterações nesse equilíbrio podem comprometer estabilidade do implante e levar a falhas na integração. A reprogramação metabólica dos osteoclastos demonstra como processos energéticos influenciam diretamente a remodelação óssea (Park-Min, 2019). O ambiente oxidativo também exerce influência significativa nesse cenário. Níveis fisiológicos de espécies reativas de oxigênio participam da sinalização celular, enquanto excesso de ROS pode comprometer diferenciação osteoblástica e acelerar reabsorção óssea (Arai *et al.*, 2007). A dualidade das ROS no metabolismo ósseo revela que a regeneração depende de delicado equilíbrio redox. O controle antioxidante adequado é determinante para formação de matriz óssea estável (Sontakke; Tare, 2002).

A presença de estresse oxidativo crônico está associada a distúrbios de remodelação óssea, especialmente em condições inflamatórias como periodontite, que pode comprometer sucesso da implantodontia (Deng *et al.*, 2024). Além da regulação

redox, a sinalização intracelular desempenha papel fundamental na interação entre biomateriais e tecido ósseo. A ativação de vias específicas de transdução de sinal influencia adesão celular, proliferação e mineralização (Zambuzzi *et al.*, 2011). A regeneração óssea guiada (GBR) constitui estratégia terapêutica consolidada para reconstrução de defeitos ósseos, utilizando membranas de barreira que favorecem crescimento seletivo de tecido ósseo e impedem invasão de tecidos moles (Retzepi; Donos, 2010).

Estudos contemporâneos reforçam que múltiplos fatores afetam o resultado clínico da regeneração em implantodontia, incluindo qualidade do biomaterial, vascularização local, estabilidade primária do implante e condições sistêmicas do paciente. A compreensão da fase inicial da regeneração, associada ao controle inflamatório e metabólico, tem sido considerada determinante para previsibilidade terapêutica. Intervenções precoces podem modular resposta biológica e otimizar integração óssea (Donos *et al.*, 2023; Duda *et al.*, 2023). Dessa maneira, as bases biológicas da osseointegração e regeneração óssea revelam processo altamente integrado, no qual inflamação controlada, equilíbrio celular, homeostase redox e interação biomaterial-tecido atuam de maneira sinérgica. A consolidação desses conhecimentos fundamenta avanços em biotecnologia aplicada à implantodontia digital e prepara terreno para compreensão dos mecanismos mitocondriais abordados nos tópicos seguintes (Albrektsson; Johansson, 2001; Eming; Wynn; Martin, 2017).

3. Estresse Oxidativo, ROS e Metabolismo Ósseo

O metabolismo ósseo é profundamente influenciado pelo equilíbrio redox celular, especialmente pela produção e regulação das espécies reativas de oxigênio (ROS). Essas moléculas, tradicionalmente associadas a danos celulares, desempenham também funções fisiológicas relevantes na sinalização intracelular (Sontakke; Tare, 2002). As ROS são produzidas principalmente pelas mitocôndrias durante o metabolismo energético. Em níveis controlados, participam da ativação de vias de diferenciação osteoblástica e da remodelação óssea (Arai *et al.*, 2007). Entretanto, quando há produção excessiva ou falha nos sistemas antioxidantes, instala-se o estresse oxidativo, capaz de comprometer a formação de matriz óssea e induzir apoptose celular (Domazetovic *et al.*, 2017).

O papel dual das ROS no tecido ósseo evidencia que sua ação depende da intensidade e do contexto biológico. Concentrações fisiológicas estimulam diferenciação e proliferação celular, enquanto níveis elevados favorecem reabsorção e perda de massa óssea (Sontakke; Tare, 2002). Durante a osteogênese, pequenas variações no estado redox modulam expressão gênica relacionada à mineralização. O estresse oxidativo pode inibir fatores de transcrição osteogênicos essenciais (Arai *et al.*, 2007). Os sistemas antioxidantes intracelulares, incluindo enzimas como superóxido dismutase e catalase, são responsáveis por neutralizar radicais livres e preservar integridade celular. O equilíbrio entre produção e neutralização de ROS é determinante para regeneração eficaz (Domazetovic *et al.*, 2017).

Em condições inflamatórias crônicas, como na periodontite, ocorre aumento significativo da produção de ROS, o que pode comprometer estabilidade óssea peri-implantar e interferir na osseointegração. A disfunção mitocondrial associada ao excesso de ROS altera metabolismo energético das células ósseas, prejudicando diferenciação osteoblástica e favorecendo atividade osteoclástica (Deng *et al.*, 2024). A remodelação óssea depende de equilíbrio metabólico entre osteoblastos e osteoclastos. Estudos demonstram que osteoclastos passam por reprogramação metabólica para sustentar atividade reabsortiva intensa. Essa reprogramação envolve alterações na cadeia respiratória mitocondrial e aumento da produção de espécies reativas, reforçando a conexão entre metabolismo energético e reabsorção óssea (Park-Min, 2019).

O processo de cicatrização óssea inicial também está associado a mudanças metabólicas significativas. A fase inflamatória desencadeia alterações redox que, quando bem reguladas, favorecem reparo tecidual (Duda *et al.*, 2023). A interação entre inflamação e metabolismo é componente central na regeneração óssea. Respostas inflamatórias controladas estimulam recrutamento celular e reorganização energética necessária para formação de novo tecido (Eming; Wynn; Martin, 2017).

O excesso de estresse oxidativo pode ativar vias catabólicas que comprometem integridade estrutural do osso, reduzindo qualidade do tecido regenerado e impactando longevidade dos implantes (Domazetovic *et al.*, 2017). Nesse cenário, estratégias terapêuticas voltadas ao controle redox têm sido investigadas. A utilização de antioxidantes e biomateriais com propriedades reguladoras do ambiente oxidativo demonstra potencial promissor. Bioinspiradas antioxidases artificiais têm sido desenvolvidas para restaurar homeostase redox em defeitos ósseos maxilofaciais,

promovendo regeneração mais eficiente e controlada (Wang *et al.*, 2025). Além disso, a transição de permeabilidade mitocondrial desempenha papel crítico na regulação da sobrevivência celular durante processos de regeneração óssea. Alterações nessa via podem desencadear apoptose e comprometer cicatrização (Zhu *et al.*, 2024).

A mitofagia, mecanismo seletivo de remoção de mitocôndrias disfuncionais, contribui para manutenção da qualidade mitocondrial e preservação da capacidade osteogênica das células (Wang *et al.*, 2020). Assim, o estresse oxidativo e o metabolismo redox configuram eixo central na biologia óssea. A compreensão desses mecanismos é essencial para desenvolvimento de terapias regenerativas mais eficazes na implantodontia digital, integrando controle metabólico, estabilidade mitocondrial e modulação antioxidante como estratégias fundamentais para otimização da osseointegração (Arai *et al.*, 2007; Zhu *et al.*, 2024).

4. Mecanismos Mitocondriais na Diferenciação Osteogênica

A mitocôndria exerce papel central na diferenciação osteogênica, atuando não apenas como fonte de energia, mas também como reguladora da sinalização celular e do equilíbrio redox. A osteogênese depende de adequada produção de ATP e de integração entre metabolismo energético e expressão gênica. Durante a diferenciação de células-tronco mesenquimais em osteoblastos, ocorre reprogramação metabólica significativa, com aumento da atividade mitocondrial e intensificação da fosforilação oxidativa. Esse processo garante suporte energético para síntese de matriz extracelular e mineralização óssea (Lu *et al.*, 2025).

A eficiência da cadeia respiratória mitocondrial influencia diretamente capacidade osteogênica. Alterações na função mitocondrial podem comprometer maturação celular e reduzir formação óssea (Zhu *et al.*, 2024). A dinâmica mitocondrial, incluindo processos de fissão e fusão, participa da adaptação celular às demandas metabólicas da regeneração. O equilíbrio entre essas etapas é essencial para manutenção da função osteoblástica. A mitofagia, mecanismo seletivo de eliminação de mitocôndrias danificadas, contribui para preservação da qualidade mitocondrial durante processos regenerativos. A falha nesse sistema pode levar ao acúmulo de organelas disfuncionais e aumento do estresse oxidativo (Wang *et al.*, 2020).

A transição de permeabilidade mitocondrial também desempenha papel crítico na regulação da sobrevivência celular. Alterações nesse mecanismo podem desencadear apoptose e comprometer consolidação óssea em fases iniciais de cicatrização (Zhu *et al.*, 2024). A interação entre mitocôndria e núcleo regula expressão de genes osteogênicos por meio de vias metabólicas sensíveis ao estado energético da célula. Esse diálogo metabólico coordena diferenciação e proliferação celular (Cantó; Menzies; Auwerx, 2015). O metabolismo do NAD⁺ constitui elemento-chave nessa comunicação interorganelar. O NAD⁺ atua como cofator essencial em reações redox e como modulador de enzimas envolvidas na regulação epigenética (Covarrubias *et al.*, 2021). A redução dos níveis intracelulares de NAD⁺ tem sido associada à diminuição da capacidade osteogênica de células-tronco mesenquimais, prejudicando reparo ósseo e consolidação de fraturas (Li *et al.*, 2022).

Além da osteogênese, a atividade mitocondrial influencia diferenciação osteoclástica. A reprogramação metabólica em osteoclastos demonstra que remodelação óssea depende de ajustes bioenergéticos precisos (Park-Min, 2019). Em condições inflamatórias, como na periodontite, a disfunção mitocondrial agrava perda óssea ao aumentar produção de ROS e alterar equilíbrio celular, comprometendo estabilidade peri-implantar (Deng *et al.*, 2024).

O controle redox mitocondrial é, portanto, componente essencial da regeneração óssea. A produção controlada de espécies reativas de oxigênio participa da sinalização osteogênica, enquanto excesso compromete diferenciação (Arai *et al.*, 2007). A integração entre metabolismo energético e resposta inflamatória reforça que regeneração óssea não depende apenas de fatores estruturais, mas também de ajustes bioquímicos finamente regulados (Eming; Wynn; Martin, 2017). A fase inicial da regeneração óssea exige alta demanda energética, evidenciando a importância da função mitocondrial na consolidação do tecido neoformado (Duda *et al.*, 2023).

Biomateriais inteligentes desenvolvidos para engenharia óssea têm buscado modular sinalização intracelular e estimular metabolismo mitocondrial, potencializando diferenciação celular (Zambuzzi *et al.*, 2011). A aplicação de antioxidases artificiais representa estratégia promissora para restaurar homeostase redox e favorecer ambiente mitocondrial adequado à regeneração maxilofacial (Wang *et al.*, 2025).

A interação entre biomateriais, células-tronco e metabolismo mitocondrial demonstra que a regeneração óssea é fenômeno integrado, envolvendo suporte estrutural

e estímulos bioenergéticos coordenados (Zhang *et al.*, 2018). Assim, os mecanismos mitocondriais configuram eixo fundamental da diferenciação osteogênica e da regeneração óssea na implantodontia digital. A compreensão dessas vias bioenergéticas permite desenvolvimento de estratégias terapêuticas mais precisas, integrando biotecnologia, metabolismo celular e inovação clínica para aprimorar previsibilidade e longevidade dos implantes (Covarrubias *et al.*, 2021; Lu *et al.*, 2025).

5. NAD⁺, NADH e Bioenergética na Regeneração Óssea

O metabolismo do NAD⁺ e de sua forma reduzida, o NADH, ocupa posição central na bioenergética celular, regulando reações redox fundamentais para produção de ATP. Na regeneração óssea, essa dinâmica influencia diretamente diferenciação osteoblástica e atividade celular (Cantó; Menzies; Auwerx, 2015). O NAD⁺ atua como cofator essencial na cadeia respiratória mitocondrial, viabilizando transferência de elétrons e sustentando fosforilação oxidativa. A adequada disponibilidade dessa molécula é determinante para manutenção da homeostase energética (Verdin, 2015). A relação entre NAD⁺/NADH reflete o estado redox intracelular. Alterações nesse equilíbrio impactam sinalização celular, metabolismo oxidativo e expressão gênica relacionada à osteogênese (Covarrubias *et al.*, 2021).

Estudos demonstram que a atenuação dos níveis de NAD⁺ compromete a capacidade osteogênica de células-tronco mesenquimais, prejudicando a formação de matriz mineralizada e retardando a consolidação óssea. A redução da disponibilidade de NAD⁺ interfere na atividade mitocondrial, diminui a produção de ATP e altera vias de sinalização associadas à diferenciação osteoblástica, evidenciando sua importância na regeneração tecidual (Li *et al.*, 2022; Covarrubias *et al.*, 2021; Verdin, 2015). A bioenergética mitocondrial regula não apenas produção de energia, mas também mecanismos epigenéticos que controlam diferenciação celular. O NAD⁺ influencia atividade de enzimas como sirtuínas, essenciais para modulação metabólica (Cantó; Menzies; Auwerx, 2015).

No contexto do envelhecimento, a redução progressiva de NAD⁺ está associada à diminuição da capacidade regenerativa tecidual. Esse fenômeno impacta diretamente qualidade óssea e previsibilidade terapêutica em implantodontia (Verdin, 2015). O declínio do metabolismo do NAD⁺ durante o envelhecimento compromete equilíbrio

entre osteoblastos e osteoclastos, favorecendo perda óssea e dificultando osseointegração (Covarrubias *et al.*, 2021). A diferenciação osteogênica depende de adequada função mitocondrial, que por sua vez está intimamente ligada à disponibilidade de NADH para geração de ATP. O metabolismo energético sustenta síntese de colágeno e mineralização (Lu *et al.*, 2025). A deficiência de NAD⁺ interfere na consolidação de fraturas e no processo regenerativo, evidenciando que a bioenergética celular é determinante para qualidade do tecido neoformado (Li *et al.*, 2022).

Além da osteogênese, o equilíbrio NAD⁺/NADH influencia atividade osteoclástica. A reprogramação metabólica dessas células requer ajustes finos no metabolismo energético (Park-Min, 2019). O estresse oxidativo altera a razão NAD⁺/NADH, comprometendo estabilidade mitocondrial e favorecendo apoptose celular. Esse cenário prejudica regeneração óssea e estabilidade peri-implantar (Arai *et al.*, 2007). A regulação redox mitocondrial é essencial para controle das espécies reativas de oxigênio, cuja produção excessiva pode interferir negativamente na diferenciação celular (Domazetovic *et al.*, 2017). A interação entre inflamação e metabolismo também afeta disponibilidade de NAD⁺, uma vez que processos inflamatórios intensos consomem cofatores energéticos e alteram vias metabólicas (Eming; Wynn; Martin, 2017).

Biomateriais inteligentes vêm sendo desenvolvidos com objetivo de modular ambiente metabólico e favorecer sinalização intracelular associada ao metabolismo do NAD⁺, ampliando eficiência regenerativa (Zambuzzi *et al.*, 2011). Avanços recentes incluem antioxidases artificiais capazes de restaurar equilíbrio redox e otimizar microambiente ósseo para regeneração, contribuindo para preservação da função mitocondrial (Wang *et al.*, 2025). A integração entre engenharia tecidual e controle metabólico representa nova fronteira na biotecnologia aplicada à implantodontia. Estratégias terapêuticas voltadas à modulação do NAD⁺ podem ampliar previsibilidade clínica (Zhang *et al.*, 2018).

Na implantodontia digital, o planejamento cirúrgico de alta precisão deve ser acompanhado de compreensão aprofundada dos processos bioenergéticos que sustentam osseointegração. A tecnologia digital e a biologia molecular tornam-se complementares nesse cenário (Bedrossian, 2022). Assim, o metabolismo do NAD⁺ e do NADH configura eixo estratégico na regeneração óssea, influenciando diferenciação celular, controle redox e estabilidade mitocondrial. A compreensão desses mecanismos amplia perspectivas

terapêuticas inovadoras, integrando biotecnologia metabólica e implantodontia digital para otimização dos resultados clínicos (Covarrubias *et al.*, 2021; Verdin, 2015).

6. Biomateriais Inteligentes e Engenharia Tecidual Óssea

A engenharia tecidual óssea tem avançado significativamente com o desenvolvimento de biomateriais capazes de interagir de maneira ativa com o microambiente celular. Esses materiais não atuam apenas como suporte estrutural, mas modulam respostas biológicas fundamentais para a regeneração. Os biomateriais “inteligentes” são projetados para responder a estímulos bioquímicos e mecânicos, liberando sinais que estimulam diferenciação osteogênica e organização da matriz extracelular (Zambuzzi *et al.*, 2011).

A interação entre superfície do biomaterial e células osteoprogenitoras depende de ativação de vias de sinalização intracelular que regulam proliferação, adesão e mineralização (Zambuzzi *et al.*, 2011). Os scaffolds à base de colágeno destacam-se como estratégias promissoras na regeneração óssea. Estruturas compósitas biomiméticas favorecem adesão celular e promovem ambiente adequado para formação de tecido neoformado. A arquitetura tridimensional desses scaffolds influencia vascularização e migração celular, fatores essenciais para sucesso da regeneração óssea em defeitos peri-implantares (Zhang *et al.*, 2018).

A regeneração óssea guiada (GBR) constitui abordagem consolidada que utiliza membranas de barreira para direcionar crescimento seletivo do tecido ósseo, impedindo invasão de tecidos moles e favorecendo osteogênese controlada (Retzepi; Donos, 2010). O sucesso clínico da GBR depende de múltiplos fatores, incluindo estabilidade do implante, vascularização adequada e qualidade do biomaterial empregado (Donos *et al.*, 2023). Estudos recentes apontam que a fase inicial da regeneração é decisiva para integração do biomaterial ao tecido hospedeiro, exigindo controle preciso da resposta inflamatória (Duda *et al.*, 2023). A modulação inflamatória adequada favorece recrutamento celular e formação de matriz óssea estável, reforçando importância da interação entre biomaterial e sistema imune (Eming; Wynn; Martin, 2017).

O controle do estresse oxidativo no microambiente ósseo tornou-se alvo de inovação tecnológica. Biomateriais capazes de regular homeostase redox demonstram potencial para melhorar qualidade da regeneração (Domazetovic *et al.*, 2017). Nesse

contexto, antioxidases artificiais bioinspiradas foram desenvolvidas para restaurar equilíbrio redox e promover regeneração maxilofacial eficiente, representando avanço significativo na biotecnologia óssea (Wang *et al.*, 2025). Esses biomateriais inovadores contribuem para redução de danos oxidativos e preservação da função mitocondrial, elemento crucial na diferenciação osteogênica (Zhu *et al.*, 2024).

A integração entre biomateriais e metabolismo celular evidencia que a regeneração óssea depende não apenas de suporte físico, mas também de estímulos bioquímicos coordenados (Lu *et al.*, 2025). A sinalização intracelular desencadeada pela superfície do implante pode influenciar expressão de genes relacionados à mineralização e à formação de matriz extracelular (Zambuzzi *et al.*, 2011). A utilização de materiais bioativos também permite liberação controlada de fatores de crescimento, ampliando potencial osteoindutivo do tratamento (Donos *et al.*, 2023).

O entendimento das bases biológicas da osseointegração reforça importância de superfícies implantáveis capazes de estimular osteoindução e osteocondução simultaneamente (Albrektsson; Johansson, 2001). A engenharia tecidual moderna busca integrar biomateriais, células-tronco e modulação metabólica para alcançar regeneração previsível e estável (Zhang *et al.*, 2018). Na implantodontia digital, o planejamento cirúrgico assistido por tecnologias de imagem permite posicionamento ideal do implante, potencializando interação entre biomaterial e tecido ósseo (Bedrossian, 2022).

A integração entre biotecnologia molecular e fluxo digital completo representa avanço significativo na reabilitação oral contemporânea, associando precisão cirúrgica à otimização biológica (Bedrossian, 2022). Assim, os biomateriais inteligentes e a engenharia tecidual óssea configuram eixo estratégico na implantodontia moderna, ao integrar controle redox, modulação metabólica e inovação tecnológica para promover regeneração eficiente, previsível e biologicamente integrada ao microambiente ósseo (Wang *et al.*, 2025; Zambuzzi *et al.*, 2011).

7. Implantodontia Digital e Fluxo de Trabalho Integrado

A implantodontia digital representa uma das transformações mais significativas da odontologia contemporânea, ao integrar tecnologias de imagem, planejamento virtual e fabricação assistida por computador em um fluxo de trabalho contínuo e altamente previsível. Esse modelo reduz variabilidades clínicas e amplia precisão cirúrgica. O fluxo

digital completo envolve aquisição de imagens tridimensionais por tomografia computadorizada de feixe cônico, escaneamento intraoral e softwares de planejamento virtual que permitem simulação prévia do posicionamento do implante (Bedrossian, 2022).

Essa integração tecnológica possibilita análise detalhada da anatomia óssea, incluindo espessura cortical, densidade e volume disponível, fatores determinantes para estabilidade primária do implante (Donos *et al.*, 2023). O planejamento guiado por imagem permite posicionamento proteticamente orientado, alinhando considerações estéticas e funcionais à disponibilidade biológica do tecido ósseo (Bedrossian, 2022). A precisão do planejamento digital reduz riscos cirúrgicos, minimiza intervenções invasivas e favorece manutenção da vascularização local, essencial para regeneração óssea eficiente (Duda *et al.*, 2023). Entretanto, a previsibilidade clínica não depende apenas da tecnologia digital, mas também da compreensão aprofundada da biologia óssea. A osseointegração continua sendo fenômeno biológico complexo, regulado por processos celulares e metabólicos específicos (Albrektsson; Johansson, 2001).

A interação entre implante e tecido ósseo envolve sinalização intracelular que regula adesão, proliferação e diferenciação osteoblástica, influenciando diretamente sucesso terapêutico (Zambuzzi *et al.*, 2011). O ambiente metabólico local, especialmente o equilíbrio redox e a função mitocondrial, desempenha papel crucial na consolidação óssea peri-implantar (Lu *et al.*, 2025). O planejamento digital, quando associado à avaliação sistêmica do paciente, pode considerar fatores que afetam metabolismo ósseo, como envelhecimento e estresse oxidativo (Covarrubias *et al.*, 2021). A integração entre tecnologia digital e conhecimento bioenergético permite abordagem mais personalizada, alinhando posicionamento cirúrgico às condições metabólicas individuais (Verdin, 2015).

A estabilidade primária do implante, obtida por posicionamento preciso, favorece microambiente adequado à formação de coágulo e início da cascata regenerativa (Duda *et al.*, 2023). A regeneração óssea guiada associada ao planejamento digital amplia possibilidades terapêuticas em casos de defeitos ósseos extensos, permitindo reconstruções mais controladas (Retzepe; Donos, 2010). Biomateriais inteligentes integrados ao fluxo digital possibilitam melhor adaptação estrutural e interação biológica com o tecido hospedeiro (Zhang *et al.*, 2018).

A incorporação de superfícies implantáveis bioativas pode potencializar osteoindução e modular resposta celular inicial, otimizando resultados clínicos (Donos *et*

al., 2023). A precisão digital também contribui para redução de tempo cirúrgico e menor trauma tecidual, fatores que impactam diretamente processo inflamatório inicial (Eming; Wynn; Martin, 2017). A redução do trauma cirúrgico favorece controle do estresse oxidativo local, elemento determinante para manutenção da homeostase redox durante regeneração (Domazetovic *et al.*, 2017). O futuro da implantodontia regenerativa aponta para integração ainda mais estreita entre biotecnologia molecular e tecnologias digitais, incluindo uso de inteligência artificial para análise preditiva de sucesso implantológico. A aplicação de biomateriais com propriedades antioxidantes e moduladoras do metabolismo mitocondrial representa tendência promissora para ampliar longevidade dos implantes (Wang *et al.*, 2025).

A personalização terapêutica poderá considerar marcadores metabólicos e níveis de NAD⁺/NADH como indicadores de capacidade regenerativa, ampliando precisão clínica (Li *et al.*, 2022). Assim, a implantodontia digital e o fluxo de trabalho integrado consolidam novo paradigma terapêutico, no qual precisão tecnológica e compreensão profunda da biologia óssea atuam de forma complementar. A convergência entre planejamento virtual, engenharia tecidual e regulação metabólica inaugura perspectiva regenerativa mais previsível, sustentável e biologicamente fundamentada (Bedrossian, 2022; Lu *et al.*, 2025).

8. Considerações Finais

A regeneração óssea na implantodontia contemporânea ultrapassa a dimensão puramente mecânica da osseointegração, incorporando compreensão aprofundada dos processos celulares, metabólicos e moleculares que sustentam a formação e remodelação do tecido ósseo. A interação entre biomateriais, células e microambiente metabólico revela que o sucesso clínico depende de integração biológica altamente coordenada.

Os mecanismos mitocondriais demonstraram papel central na diferenciação osteogênica, regulando produção energética, sinalização intracelular e controle do equilíbrio redox. A função mitocondrial adequada constitui requisito essencial para mineralização eficiente e consolidação óssea estável. O estresse oxidativo, quando desregulado, compromete qualidade do tecido regenerado e interfere na estabilidade peri-implantar. Por outro lado, a modulação controlada das espécies reativas de oxigênio

participa ativamente da sinalização osteogênica, evidenciando a importância do equilíbrio redox.

O metabolismo do NAD⁺ e do NADH emerge como eixo estratégico na bioenergética celular, influenciando diferenciação osteoblástica, atividade osteoclástica e capacidade regenerativa. A redução de NAD⁺ associa-se à diminuição da osteogênese e à menor eficiência na consolidação óssea, especialmente em contextos de envelhecimento. A biotecnologia aplicada ao desenvolvimento de biomateriais inteligentes amplia possibilidades terapêuticas ao integrar modulação metabólica, controle redox e estímulo osteoindutivo. Esses avanços fortalecem a previsibilidade clínica da regeneração óssea.

A implantodontia digital, por sua vez, consolida fluxo de trabalho integrado que combina planejamento guiado por imagem, precisão cirúrgica e compreensão biológica aprofundada. A convergência entre tecnologia digital e conhecimento metabólico representa novo paradigma na reabilitação oral. Entretanto, os desafios persistem. A variabilidade biológica individual, especialmente relacionada ao envelhecimento e às condições sistêmicas que afetam metabolismo mitocondrial, exige abordagem personalizada e interdisciplinar.

As perspectivas futuras apontam para integração ainda mais estreita entre engenharia tecidual, terapias mitocondriais e planejamento digital assistido por inteligência artificial. A incorporação de marcadores metabólicos como indicadores prognósticos poderá ampliar segurança e longevidade dos implantes. Assim, a compreensão dos mecanismos mitocondriais e do papel do NADH na regeneração óssea não apenas aprofunda bases científicas da implantodontia, mas também inaugura horizonte terapêutico no qual biotecnologia e precisão digital atuam de maneira complementar. A consolidação desse modelo integrado tende a promover resultados clínicos mais previsíveis, sustentáveis e biologicamente fundamentados, fortalecendo a implantodontia regenerativa como campo estratégico da saúde bucal contemporânea.

Referências Bibliográficas

- ALBREKTSSON, T.; JOHANSSON, C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. **European spine journal**, v. 10, n. Suppl 2, p. S96-S101, 2001.
- ARAI, M. *et al.* Effects of reactive oxygen species (ROS) on antioxidant system and osteoblastic differentiation in MC3T3-E1 cells. **IUBMB life**, v. 59, n. 1, p. 27-33, 2007.
- BEDROSSIAN, E. A. Complete digital workflow for complete arch implant therapy: Fact or fiction?. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 127, n. 6, p. 821-822, 2022.
- CANTÓ, C.; MENZIES, K. J.; AUWERX, J. NAD⁺ metabolism and the control of energy homeostasis: a balancing act between mitochondria and the nucleus. **Cell metabolism**, v. 22, n. 1, p. 31-53, 2015.
- COVARRUBIAS, A. J. *et al.* NAD⁺ metabolism and its roles in cellular processes during ageing. **Nature reviews Molecular cell biology**, v. 22, n. 2, p. 119-141, 2021.
- DENG, Y. *et al.* Mitochondrial dysfunction in periodontitis and associated systemic diseases: implications for pathomechanisms and therapeutic strategies. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 2, p. 1024, 2024.
- DOMAZETOVIC, V. *et al.* Oxidative stress in bone remodeling: role of antioxidants. **Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism**, v. 14, n. 2, p. 209, 2017.
- DONOS, N. *et al.* Bone regeneration in implant dentistry: Which are the factors affecting the clinical outcome?. **Periodontology 2000**, v. 93, n. 1, p. 26-55, 2023.
- DUDA, G. N. *et al.* The decisive early phase of bone regeneration. **Nature Reviews Rheumatology**, v. 19, n. 2, p. 78-95, 2023.
- EDLUND, P. *et al.* Efficacy of power-driven interdental cleaning tools: A systematic review and meta-analysis. **Clinical and experimental dental research**, v. 9, n. 1, p. 3-16, 2023.
- EMING, S. A.; WYNN, T. A.; MARTIN, P. Inflammation and metabolism in tissue repair and regeneration. **Science**, v. 356, n. 6342, p. 1026-1030, 2017.
- LI, B. *et al.* Attenuation of NAD⁺ impairs BMSC osteogenesis and fracture healing. **Stem Cell Research & Therapy**, v. 13, art. 96, 2022.
- LU, J.-S. *et al.* Mitochondrial regulation of stem cell osteogenic differentiation: A key driver for bone regeneration. **World Journal of Stem Cells**, v. 17, n. 11, p. 113032, 2025.
- MARUYAMA, M. *et al.* Modulation of the inflammatory response and bone healing. **Frontiers in endocrinology**, v. 11, p. 386, 2020.
- PARK-MIN, K.-H. Metabolic reprogramming in osteoclasts. In: **Seminars in immunopathology**. Berlin/Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2019. p. 565-572.

RALSTON, K. A. P. *et al.* Effective communication and the osteoporosis care gap. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 37, n. 11, p. 2049-2054, 2020.

RETZEPI, M. A. R. I.; DONOS, N. Guided bone regeneration: biological principle and therapeutic applications. **Clinical oral implants research**, v. 21, n. 6, p. 567-576, 2010.

SONTAKKE, A. N.; TARE, Rahul S. A duality in the roles of reactive oxygen species with respect to bone metabolism. **Clinica Chimica Acta**, v. 318, n. 1-2, p. 145-148, 2002.

VERDIN, E. NAD⁺ in aging, metabolism, and neurodegeneration. **Science**, v. 350, n. 6265, p. 1208-1213, 2015.

WANG, S. *et al.* The role of autophagy and mitophagy in bone metabolic disorders. **International journal of biological sciences**, v. 16, n. 14, p. 2675, 2020.

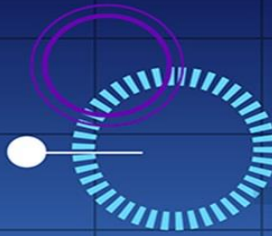
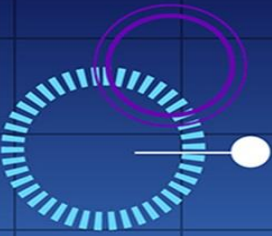
WANG, T. *et al.* Bioinspired artificial antioxidases for efficient redox homeostasis and maxillofacial bone regeneration. **Nature Communications**, v. 16, n. 1, p. 856, 2025.

WU, Y. *et al.* Aberrantly elevated Wnt signaling is responsible for cementum overgrowth and dental ankylosis. **Bone**, v. 122, p. 176-183, 2019.

ZAMBUZZI, W. F. *et al.* Intracellular signal transduction as a factor in the development of “smart” biomaterials for bone tissue engineering. **Biotechnology and bioengineering**, v. 108, n. 6, p. 1246-1250, 2011.

ZHANG, D. *et al.* The development of collagen based composite scaffolds for bone regeneration. **Bioactive materials**, v. 3, n. 1, p. 129-138, 2018.

ZHU, X. *et al.* The Role of Mitochondrial Permeability Transition in Bone Metabolism, Bone Healing, and Bone Diseases. **Biomolecules**, v. 14, n. 10, p. 1318, 2024.



CAPÍTULO 9

TECNOLOGIAS DIGITAIS NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS EM SAÚDE

Antônio Veimar da Silva

Rogério Luis Souza Carvalho

Carla Michelle da Silva

1. Introdução

A transformação digital tem provocado mudanças estruturais na formação de profissionais em saúde, redefinindo metodologias pedagógicas, ambientes de aprendizagem e competências exigidas para o exercício profissional. A incorporação de tecnologias digitais não representa apenas inovação instrumental, mas uma reconfiguração epistemológica da educação em saúde (Gomes *et al.*, 2021). O conceito de saúde digital amplia esse cenário ao integrar práticas assistenciais, gestão da informação e processos educativos mediados por tecnologias. A noção de metapresencialidade reforça que o cuidado e a formação ultrapassam limites físicos, articulando espaços híbridos e digitais de aprendizagem e atuação profissional (Almeida Filho, 2024).

A pandemia da COVID-19 acelerou de forma significativa a adoção de tecnologias digitais na educação e na prática em saúde. O uso de mídias sociais, plataformas virtuais e ambientes digitais tornou-se estratégia central para continuidade das atividades

formativas e assistenciais (Bueno; Bueno; Moreira, 2021). Nesse contexto, metodologias ativas associadas às tecnologias digitais ganharam protagonismo na formação multiprofissional, favorecendo aprendizagem baseada em problemas, simulações clínicas virtuais e desenvolvimento de competências voltadas à segurança do paciente (Dias *et al.*, 2025).

A formação interprofissional mediada por tecnologias também se fortaleceu, como evidenciado em experiências do PET-Saúde Interprofissionalidade, que ampliaram integração entre diferentes áreas do conhecimento em ambientes digitais colaborativos (Alencar *et al.*, 2020). A incorporação das tecnologias digitais exige desenvolvimento de competências específicas, incluindo letramento digital, capacidade crítica diante da informação e domínio de ferramentas tecnológicas aplicadas à prática clínica (Freitas; Rendeiro, 2025). Além da graduação, a educação permanente em saúde passou a incorporar plataformas digitais como estratégia para atualização contínua dos profissionais, especialmente no âmbito do SUS (Oliveira *et al.*, 2023). O uso das tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino de enfermagem e em outras áreas da saúde demonstra potencial para ampliar acesso ao conhecimento e favorecer autonomia na aprendizagem (Gonçalves *et al.*, 2020).

Entretanto, os desafios persistem, incluindo desigualdades de acesso, necessidade de capacitação docente e riscos relacionados à desinformação e ao uso inadequado das mídias digitais na saúde (Mendonça; Sousa, 2025). Diante desse cenário, o presente capítulo tem como objetivo analisar o papel das tecnologias digitais na formação de profissionais em saúde, discutindo metodologias ativas, desenvolvimento de competências digitais, educação permanente e desafios éticos, de modo a compreender como a transformação digital pode contribuir para uma formação mais integrada, crítica e alinhada às demandas contemporâneas do cuidado em saúde (Cardozo; Oliveira; Longhi, 2024).

2. Transformação Digital e Metapresencialidade na Educação em Saúde

A transformação digital na educação em saúde não se limita à adoção de ferramentas tecnológicas, mas envolve mudança estrutural na forma de produzir, compartilhar e validar conhecimentos. O ambiente formativo passa a ser híbrido, articulando espaços físicos e digitais em uma dinâmica contínua de aprendizagem (Gomes

et al., 2021). O conceito de metapresencialidade amplia essa discussão ao propor que a presença no campo da saúde ultrapassa a dimensão física e incorpora interações mediadas por tecnologias digitais. A formação profissional passa a ocorrer em múltiplas camadas de interação, conectando ensino, assistência e gestão (Almeida Filho, 2024). Nesse contexto, a educação digital não substitui a prática presencial, mas a complementa, ampliando possibilidades de acesso, colaboração e construção coletiva do conhecimento (Fettermann *et al.*, 2020).

A pandemia da COVID-19 evidenciou a necessidade de adaptação rápida das instituições formadoras, impulsionando uso de plataformas virtuais, ambientes síncronos e assíncronos e recursos multimídia (Bueno; Bueno; Moreira, 2021). Esse processo acelerado revelou tanto o potencial quanto as fragilidades da digitalização educacional, incluindo desafios relacionados à infraestrutura tecnológica e à capacitação docente (Silva *et al.*, 2020). A incorporação de tecnologias digitais favorece aprendizagem ativa, estimulando autonomia, pensamento crítico e resolução de problemas em contextos clínicos simulados ou reais (Silva *et al.*, 2022).

A metapresencialidade também redefine relação entre docente e discente, transformando o professor em mediador do processo de aprendizagem e o estudante em protagonista da construção do conhecimento (Almeida Filho, 2024). Ambientes virtuais de aprendizagem permitem integração entre diferentes áreas da saúde, fortalecendo abordagens interprofissionais e colaborativas (Alencar *et al.*, 2020). A formação digital também amplia possibilidades de interação com comunidades e territórios, especialmente na atenção primária, por meio de recursos tecnológicos que aproximam estudantes da realidade do SUS (Rockenback; Barbosa; Bez, 2021).

A utilização de tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino de enfermagem demonstra ganhos na organização do conteúdo e no acompanhamento do desempenho discente (Gonçalves *et al.*, 2020). Entretanto, a transformação digital exige desenvolvimento de competências específicas, como domínio de plataformas digitais, ética no uso da informação e responsabilidade na comunicação virtual (Freitas; Rendeiro, 2025). O letramento digital torna-se componente essencial da formação profissional, garantindo que o futuro trabalhador da saúde saiba avaliar criticamente informações disponíveis no ambiente digital (Mendonça; Sousa, 2025). A educação mediada por tecnologias também favorece flexibilização curricular e acesso ampliado a conteúdos

especializados, democratizando oportunidades formativas (Cardoso; Oliveira; Longhi, 2024).

A integração entre saúde digital e educação permanente reforça necessidade de atualização constante dos profissionais diante da rápida evolução tecnológica (OLIVEIRA et al., 2023). A metapresencialidade, portanto, consolida modelo educacional em que tecnologia e prática clínica coexistem de maneira integrada, ampliando alcance e complexidade da formação em saúde (ALMEIDA FILHO, 2024). Portanto, a transformação digital na educação em saúde configura movimento estrutural que articula inovação tecnológica, novas metodologias pedagógicas e redefinição das competências profissionais, estabelecendo bases para formação mais conectada às demandas contemporâneas do cuidado e da gestão em saúde (GOMES et al., 2021).

3. Metodologias Ativas e Tecnologias Digitais na Formação Multiprofissional

A incorporação de metodologias ativas na formação em saúde tem sido potencializada pelo uso de tecnologias digitais, promovendo aprendizagem centrada no estudante e baseada na resolução de problemas reais do campo assistencial (Silva et al., 2022). A aprendizagem baseada em problemas (PBL), quando associada a ambientes virtuais e plataformas colaborativas, favorece desenvolvimento do raciocínio clínico e integração entre teoria e prática (Dias et al., 2025).

As tecnologias digitais permitem simulações clínicas interativas, criando cenários virtuais que reproduzem situações complexas da prática em saúde. Esses recursos ampliam segurança do estudante e estimulam tomada de decisão fundamentada (Dias et al., 2025). A formação multiprofissional mediada por tecnologias digitais fortalece compreensão do trabalho em equipe, elemento essencial para qualidade e segurança do paciente. Experiências do PET-Saúde Interprofissionalidade evidenciam que o uso de plataformas digitais facilita diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, promovendo colaboração interdisciplinar (Alencar et al., 2020).

As metodologias ativas também estimulam autonomia discente, incentivando busca ativa por evidências científicas e desenvolvimento de pensamento crítico. A integração de recursos digitais, como fóruns, webconferências e ambientes colaborativos, amplia espaços de discussão e reflexão sobre práticas clínicas (Gomes et al., 2021). Na educação médica, o uso de tecnologias digitais associadas a metodologias ativas mostrou-

se eficaz na adaptação curricular durante períodos de ensino remoto emergencial (Silva *et al.*, 2022). A formação multiprofissional voltada à segurança do paciente é fortalecida quando tecnologias digitais permitem análise de casos clínicos simulados com feedback estruturado (Dias *et al.*, 2025). As plataformas digitais também possibilitam acompanhamento individualizado do desempenho discente, permitindo intervenções pedagógicas mais precisas (Fettermann *et al.*, 2020).

A aprendizagem colaborativa online contribui para construção coletiva do conhecimento, aproximando estudantes de diferentes áreas da saúde em projetos interdisciplinares (Alencar *et al.*, 2020). A narrativa digital do estudante de medicina, mediada por tecnologias, amplia reflexão sobre prática na atenção primária e fortalece desenvolvimento da identidade profissional (Palácio; Gonçalves; Struchiner, 2019). A utilização de recursos digitais no ensino de enfermagem evidencia melhora na organização do processo formativo e na integração entre teoria e prática assistencial (Gonçalves *et al.*, 2020).

As metodologias ativas também estimulam desenvolvimento de competências comunicacionais e éticas, essenciais para atuação em equipes multiprofissionais (Barbosa, 2024). A transformação digital exige que estudantes desenvolvam competências digitais específicas, integrando domínio técnico e postura crítica diante das ferramentas utilizadas (Freitas; Rendeiro, 2025). O uso de mídias sociais no contexto educacional pode contribuir para troca de experiências e atualização profissional, desde que mediado por critérios éticos e científicos (Bueno; Bueno; Moreira, 2021). A educação permanente mediada por tecnologias digitais fortalece continuidade do aprendizado ao longo da carreira, consolidando cultura de atualização constante (Oliveira *et al.*, 2023).

A formação multiprofissional digital também contribui para redução de barreiras geográficas, ampliando acesso a conteúdos especializados e experiências colaborativas (Cardoso; Oliveira; Longhi, 2024). Entretanto, persistem desafios relacionados à infraestrutura tecnológica, capacitação docente e adaptação curricular às novas demandas digitais (Rockenback; Barbosa; Bez, 2021). Do mesmo modo, as metodologias ativas associadas às tecnologias digitais configuram estratégia pedagógica fundamental para formação multiprofissional contemporânea, promovendo integração entre conhecimento técnico, trabalho colaborativo e competências digitais necessárias à prática em saúde no século XXI (Dias *et al.*, 2025; Alencar *et al.*, 2020).

4. Competências Digitais e Letramento em Saúde

A consolidação da saúde digital impõe aos profissionais da área a necessidade de desenvolver competências específicas relacionadas ao uso crítico e ético das tecnologias. A competência digital em saúde ultrapassa o domínio técnico das ferramentas, envolvendo também capacidade analítica e postura reflexiva diante da informação (Freitas; Rendeiro, 2025). O letramento digital em saúde compreende habilidades para buscar, avaliar, interpretar e aplicar informações disponíveis em ambientes digitais. Trata-se de competência essencial para prática clínica baseada em evidências (Mendonça; Sousa, 2025).

A crescente circulação de informações em redes sociais e plataformas digitais exige que o profissional de saúde desenvolva senso crítico para identificar fontes confiáveis e combater desinformação (Bueno; Bueno; Moreira, 2021). Nesse contexto, a educação midiática torna-se componente estratégico da formação, permitindo que estudantes compreendam impactos sociais e éticos da comunicação digital em saúde (Mendonça; Sousa, 2025). A competência digital também envolve domínio de sistemas eletrônicos, plataformas de teleatendimento, registros digitais e ambientes virtuais de aprendizagem (Gomes *et al.*, 2021). A formação inicial deve incluir desenvolvimento de habilidades tecnológicas alinhadas às demandas da prática assistencial contemporânea, especialmente no âmbito do SUS (Oliveira *et al.*, 2023).

Na enfermagem, a utilização de tecnologias digitais no processo formativo demonstrou contribuir para organização do cuidado e melhoria da comunicação interprofissional (Gonçalves *et al.*, 2020). A formação permanente mediada por tecnologias digitais fortalece atualização profissional contínua e amplia acesso a conteúdos especializados, especialmente em regiões com menor oferta presencial (Rockenback; Barbosa; Bez, 2021). A competência digital deve ser compreendida como processo dinâmico, que acompanha evolução tecnológica e exige atualização constante (Leitão; Oliveira; Loureiro, 2025). Além das habilidades técnicas, a ética digital constitui dimensão indispensável da formação. O uso responsável de dados, imagens e informações clínicas deve ser incorporado à prática formativa (Freitas; Rendeiro, 2025).

A pandemia evidenciou necessidade de preparo para atuação em ambientes virtuais, incluindo teleconsulta, educação remota e comunicação digital com pacientes (Silva *et al.*, 2020). O desenvolvimento de competências digitais favorece integração entre

diferentes áreas da saúde, fortalecendo trabalho colaborativo em plataformas virtuais (Alencar *et al.*, 2020). A influência das tecnologias digitais na formação de novos profissionais reforça necessidade de currículos que integrem inovação tecnológica e reflexão crítica (Cardozo; Oliveira; Longhi, 2024).

A metapresencialidade amplia cenário formativo ao articular práticas presenciais e digitais, exigindo profissionais capazes de transitar entre múltiplos ambientes de atuação (Almeida Filho, 2024). A educação digital também estimula autonomia discente, favorecendo protagonismo na construção do conhecimento e no desenvolvimento de competências tecnológicas. A formação docente em saúde precisa acompanhar essa transformação, garantindo que professores dominem metodologias digitais e saibam mediar processos de aprendizagem em ambientes virtuais (Fettermann *et al.*, 2020).

A incorporação das competências digitais na formação profissional contribui para maior qualidade assistencial, uma vez que amplia capacidade de uso adequado das tecnologias no cuidado ao paciente (Freitas; Rendeiro, 2025). Assim, o letramento digital e o desenvolvimento de competências tecnológicas configuram elementos estruturantes da formação em saúde na era digital, exigindo integração entre domínio técnico, ética profissional e pensamento crítico para atuação qualificada em contextos assistenciais cada vez mais mediados por tecnologia (Mendonça; Sousa, 2025; Almeida Filho, 2024).

5. Educação Permanente e Tecnologias Digitais no SUS

A Educação Permanente em Saúde (EPS) constitui estratégia fundamental para qualificação contínua dos profissionais que atuam no Sistema Único de Saúde. Com a expansão das tecnologias digitais, novos formatos formativos passaram a integrar essa política, ampliando alcance e flexibilidade das ações educativas (Oliveira *et al.*, 2023). A utilização de plataformas digitais permite atualização profissional em tempo oportuno, especialmente em contextos de mudanças rápidas nas diretrizes clínicas e sanitárias (Silva *et al.*, 2020).

No âmbito da atenção primária, a formação permanente mediada por tecnologias tem favorecido integração entre teoria e prática, permitindo discussão de casos reais e troca de experiências entre equipes (Rockenback; Barbosa; Bez, 2021). As tecnologias digitais também contribuem para superar barreiras geográficas, possibilitando que profissionais de regiões remotas participem de processos formativos continuados

(Oliveira *et al.*, 2023). O uso de recursos digitais na educação permanente fortalece autonomia dos trabalhadores, incentivando busca ativa por atualização científica e aprimoramento técnico (Gomes *et al.*, 2021).

Experiências formativas em ambiente hospitalar evidenciam que a tecnologia digital pode apoiar capacitação contínua da equipe de enfermagem, favorecendo melhoria do cuidado (Bez, 2021). A integração entre educação permanente e saúde digital também se relaciona à necessidade de desenvolvimento de competências específicas para uso de sistemas eletrônicos e teleatendimento (Freitas; Rendeiro, 2025). A formação mediada por tecnologias permite construção coletiva do conhecimento, com fóruns virtuais, webinários e ambientes colaborativos que estimulam reflexão crítica sobre práticas assistenciais (Rockenback; Barbosa; Bez, 2021). Na atenção primária, os trabalhadores comunitários de saúde têm utilizado tecnologias digitais como ferramenta de apoio às práticas cotidianas, exigindo formação contínua para uso qualificado dessas ferramentas (Santos *et al.*, 2023).

A incorporação das tecnologias digitais no SUS reforça necessidade de letramento digital e educação midiática para enfrentamento da desinformação em saúde (Mendonça; Sousa, 2025). A pandemia evidenciou importância da educação permanente digital como estratégia para rápida disseminação de protocolos e orientações clínicas (Silva *et al.*, 2020). O ambiente virtual possibilita atualização simultânea de grande número de profissionais, fortalecendo uniformização de condutas e melhoria da qualidade assistencial (Oliveira *et al.*, 2023). A educação permanente digital também favorece integração multiprofissional, permitindo diálogo entre diferentes categorias e construção compartilhada de soluções para desafios do cuidado (Alencar *et al.*, 2020).

O uso das tecnologias digitais na formação contínua amplia possibilidades de acompanhamento e avaliação do desempenho profissional (Bez, 2021). Entretanto, persistem desafios relacionados à infraestrutura tecnológica, acesso à internet e desigualdades regionais que podem limitar efetividade dessas estratégias (Rockenback; Barbosa; Bez, 2021). A qualificação docente e a preparação de facilitadores para mediação digital são elementos essenciais para consolidação da educação permanente mediada por tecnologias (Fettermann *et al.*, 2020). A articulação entre educação permanente e políticas de saúde digital fortalece cultura institucional de inovação e aprendizado contínuo no SUS (Almeida Filho, 2024).

A formação permanente digital também contribui para melhoria da comunicação interprofissional e organização dos processos de trabalho (Santos *et al.*, 2023). O fortalecimento da educação permanente mediada por tecnologias exige planejamento estratégico, investimento público e avaliação sistemática dos resultados obtidos (Oliveira *et al.*, 2023). Portanto, a integração entre Educação Permanente em Saúde e tecnologias digitais consolida modelo formativo dinâmico e adaptável às demandas contemporâneas do SUS, promovendo qualificação contínua, fortalecimento das equipes multiprofissionais e melhoria da qualidade do cuidado ofertado à população (Almeida Filho, 2024; Freitas; Rendeiro, 2025).

6. Humanização, Ética e Cultura Digital na Formação em Saúde

A expansão das tecnologias digitais na formação em saúde impõe reflexão sobre os impactos éticos e humanísticos desse processo. A digitalização não pode reduzir o cuidado a procedimentos técnicos, devendo preservar centralidade do sujeito e da relação terapêutica. A integração entre tecnologia e formação humanística revela que a educação em saúde precisa articular competências técnicas e sensibilidade ética. A literatura, por exemplo, tem sido utilizada como recurso formativo para estimular empatia e reflexão crítica sobre o cuidado (Barbosa, 2024).

A cultura digital redefine formas de comunicação entre profissionais, estudantes e pacientes. Essa transformação exige responsabilidade no uso de mídias sociais e plataformas digitais no contexto da saúde (Bueno; Bueno; Moreira, 2021). A ética digital envolve respeito à privacidade, confidencialidade das informações e uso adequado de dados clínicos em ambientes virtuais (Freitas; Rendeiro, 2025). A metapresencialidade amplia espaços de atuação e aprendizagem, mas também demanda consciência sobre limites éticos nas interações mediadas por tecnologia (Almeida Filho, 2024). A formação profissional deve incluir discussões sobre bioética aplicada à saúde digital, preparando estudantes para lidar com desafios contemporâneos da virtualização do cuidado (Mendonça; Sousa, 2025).

As narrativas digitais produzidas por estudantes de medicina demonstram potencial para ampliar compreensão das realidades sociais e fortalecer identidade profissional comprometida com o SUS (Palácio; Gonçalves; Struchiner, 2019). O uso das tecnologias digitais pode contribuir para humanização do cuidado quando orientado por

princípios éticos e pedagógicos bem definidos (Gomes *et al.*, 2021). Entretanto, a tecnificação excessiva da formação pode gerar distanciamento da dimensão subjetiva do cuidado, exigindo equilíbrio entre inovação e sensibilidade clínica (Barbosa, 2024).

A cultura digital também influencia relações de poder e circulação de informações em saúde, tornando essencial o desenvolvimento de pensamento crítico nos futuros profissionais (Mendonça; Sousa, 2025). A educação interprofissional mediada por tecnologias digitais favorece compreensão ampliada do cuidado, promovendo trabalho colaborativo e compartilhamento de responsabilidades (Alencar *et al.*, 2020). A humanização na era digital exige valorização da escuta ativa e da comunicação empática, mesmo em contextos virtuais (Dias *et al.*, 2025). A formação docente também precisa incorporar reflexão ética sobre uso das tecnologias, garantindo mediação pedagógica responsável (Fettermann *et al.*, 2020).

O uso das tecnologias digitais por trabalhadores comunitários de saúde evidencia que ferramentas tecnológicas podem aproximar profissionais e comunidade, fortalecendo vínculo e cuidado territorializado (Santos *et al.*, 2023). A ética no ambiente digital inclui combate à desinformação e compromisso com disseminação de evidências científicas confiáveis (Mendonça; Sousa, 2025). A incorporação das tecnologias digitais na formação deve considerar diversidade sociocultural e desigualdades de acesso, evitando aprofundamento das exclusões (Rockenback; Barbosa; Bez, 2021). A cultura digital favorece construção de redes colaborativas de aprendizagem, ampliando troca de experiências e fortalecendo senso de comunidade profissional (Gomes *et al.*, 2021).

A humanização do cuidado na era digital depende da capacidade de integrar tecnologia sem perder centralidade do paciente como sujeito singular (Barbosa, 2024). A formação em saúde deve, portanto, articular inovação tecnológica, ética profissional e compromisso social, preparando profissionais para atuação crítica em ambientes digitais complexos (Freitas; Rendeiro, 2025). Contudo, a cultura digital na formação em saúde não se limita ao domínio de ferramentas, mas envolve construção de postura ética, sensível e socialmente comprometida, garantindo que a transformação tecnológica fortaleça, e não substitua, a essência humanística do cuidado em saúde (Almeida Filho, 2024; Mendonça; De Sousa, 2025).

7. Perspectivas Futuras da Formação em Saúde na Era Digital

A formação em saúde caminha para um cenário cada vez mais integrado às tecnologias digitais emergentes, especialmente à inteligência artificial (IA), que começa a redefinir processos de ensino, avaliação e tomada de decisão clínica (Freitas; Rendeiro, 2025). A IA aplicada à educação em saúde possibilita análise personalizada do desempenho discente, identificando lacunas de aprendizagem e sugerindo trilhas formativas adaptativas (Cardozo; Oliveira; Longhi, 2024).

Sistemas inteligentes podem simular cenários clínicos complexos, oferecendo feedback imediato e contribuindo para desenvolvimento do raciocínio clínico em ambiente seguro (Dias *et al.*, 2025). A incorporação de algoritmos de apoio à decisão nos ambientes formativos aproxima estudantes da realidade da prática clínica digital contemporânea (Almeida Filho, 2024). Os ambientes imersivos, incluindo realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA), ampliam possibilidades de simulação avançada, permitindo treinamento de habilidades técnicas e comunicacionais em contextos realistas (Silva *et al.*, 2022). Essas tecnologias possibilitam repetição controlada de procedimentos clínicos, favorecendo consolidação de competências práticas antes da inserção em cenários reais (Dias *et al.*, 2025).

A simulação digital também fortalece formação voltada à segurança do paciente, permitindo análise de erros e tomada de decisão em ambiente protegido (Dias *et al.*, 2025). A integração entre tecnologia, prática clínica e gestão constitui tendência crescente. A formação precisa contemplar uso de sistemas digitais, prontuários eletrônicos e plataformas de monitoramento assistencial (Freitas; Rendeiro, 2025). O profissional do futuro deverá compreender funcionamento de sistemas digitais de saúde e saber utilizá-los de forma ética e estratégica (Mendonça; Sousa, 2025). A metapresencialidade amplia possibilidades de articulação entre ensino, assistência e gestão, promovendo aprendizagem integrada e contínua (Almeida Filho, 2024).

A formação interprofissional digital tende a se fortalecer com uso de plataformas colaborativas que conectam estudantes de diferentes áreas da saúde em projetos comuns. A colaboração virtual favorece compreensão ampliada do cuidado e prepara profissionais para atuação em equipes multiprofissionais conectadas digitalmente (Alencar *et al.*, 2020). O uso de tecnologias digitais na educação permanente continuará sendo eixo estratégico para qualificação das equipes do SUS (Oliveira *et al.*, 2023). A ampliação dos

ambientes e-learning exige desenvolvimento contínuo de competências digitais docentes, garantindo qualidade pedagógica nos ambientes virtuais (Fettermann *et al.*, 2020).

As mídias sociais e plataformas digitais continuarão influenciando formação profissional, exigindo postura ética e crítica no compartilhamento de informações em saúde (Bueno; Bueno; Moreira, 2021). A educação digital tende a incorporar análise de dados educacionais (learning analytics), permitindo avaliação mais precisa do processo formativo (Cardozo; Oliveira; Longhi, 2024). A integração entre IA e simulações clínicas poderá oferecer cenários personalizados conforme perfil de aprendizagem do estudante (Silva *et al.*, 2022). Entretanto, a adoção dessas tecnologias exige políticas institucionais claras, investimento em infraestrutura e garantia de equidade de acesso (Rockenback; Barbosa; Bez, 2021).

O desafio central das perspectivas futuras reside em equilibrar inovação tecnológica com humanização do cuidado, assegurando que a tecnologia fortaleça, e não substitua, a dimensão relacional da prática em saúde (Barbosa, 2024). Assim, as perspectivas futuras da formação em saúde na era digital apontam para um modelo educacional integrado, interprofissional e tecnologicamente avançado, no qual inteligência artificial, ambientes imersivos e plataformas colaborativas se articulam à ética, à crítica e ao compromisso social, preparando profissionais aptos a atuar em sistemas de saúde cada vez mais digitais e complexos (Almeida Filho, 2024; Freitas; Rendeiro, 2025).

8. Considerações Finais

A incorporação das tecnologias digitais na formação de profissionais em saúde representa um movimento irreversível e estruturante, que redefine práticas pedagógicas, competências profissionais e relações entre ensino, serviço e comunidade. A digitalização amplia possibilidades formativas, mas também impõe novas responsabilidades éticas e institucionais. A metapresencialidade consolida novo paradigma educacional, no qual a presença se expande para além do espaço físico e integra ambientes híbridos de aprendizagem e prática clínica. Esse modelo amplia alcance da formação, mas exige preparo crítico e reflexivo dos sujeitos envolvidos.

As metodologias ativas associadas às tecnologias digitais demonstraram potencial para fortalecer protagonismo discente, raciocínio clínico e trabalho colaborativo,

especialmente na formação multiprofissional. A educação interprofissional mediada por tecnologias amplia compreensão integral do cuidado, promovendo integração entre diferentes áreas do conhecimento e fortalecendo práticas colaborativas. O desenvolvimento de competências digitais tornou-se requisito fundamental para atuação qualificada em sistemas de saúde cada vez mais informatizados e interconectados.

O letramento digital e a educação midiática configuram estratégias centrais para enfrentamento da desinformação e para consolidação de uma prática baseada em evidências. A Educação Permanente em Saúde mediada por tecnologias digitais fortalece atualização contínua dos profissionais do SUS, contribuindo para qualificação do cuidado e melhoria da gestão em saúde. Entretanto, persistem desafios relacionados à infraestrutura tecnológica, desigualdades de acesso e necessidade de capacitação docente, que podem comprometer efetividade da transformação digital.

A cultura digital exige incorporação de princípios éticos sólidos, garantindo proteção de dados, uso responsável das mídias sociais e respeito à dignidade do paciente. A humanização do cuidado permanece eixo estruturante da formação em saúde, devendo orientar uso das tecnologias como instrumentos de fortalecimento da relação terapêutica. As perspectivas futuras apontam para integração crescente entre inteligência artificial, simulações imersivas e plataformas colaborativas, exigindo profissionais capazes de transitar em ambientes digitais complexos.

Contudo, a inovação tecnológica somente alcança pleno potencial quando articulada a políticas educacionais consistentes, investimento institucional e compromisso social. A formação em saúde na era digital deve equilibrar domínio técnico, pensamento crítico e sensibilidade ética, preparando profissionais para atuação responsável em contextos cada vez mais mediados por tecnologia. Portanto, as tecnologias digitais na formação profissional configuram oportunidade estratégica para qualificação do ensino, fortalecimento do SUS e aprimoramento do cuidado à população. Seu impacto transformador dependerá da capacidade coletiva de integrar inovação, equidade, ética e humanização em um projeto educacional comprometido com a saúde pública e com a dignidade humana.

Referências Bibliográficas

ALENCAR, Tatiane de Oliveira Silva et al. Uso de tecnologias digitais na educação interprofissional: experiência do PET-Saúde Interprofissionalidade. **REVISA**, v. 9, n. Especial 1, p. 603-609, 2020.

ALMEIDA FILHO, Naomar de. Metapresencialidade, saúde digital e saúde coletiva. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 28, p. e230473, 2024.

ALVES LEITE DIAS, Isabela Ribeiro et al. Metodologias Ativas E Tecnologias Digitais Na Formação Multiprofissional Para Qualidade E Segurança Do Paciente. **Revista Foco (Interdisciplinary Studies Journal)**, v. 18, n. 10, 2025.

BARBOSA, Luciene Rodrigues. Integração da tecnologia e a literatura na formação humanística em saúde: efeitos dos textos na humanização do cuidado. **Aracê**, v. 6, n. 3, p. 5614-5627, 2024.

BEZ, Marta. Tecnologia Digital na formação permanente de profissionais de enfermagem em ambiente hospitalar. **Research, Society and Development**, 2021.

BUENO, Maria Bethânia Tomaschewski; BUENO, Mateus Moreira; MOREIRA, Maria Isabel Giusti. O uso de tecnologias digitais e mídias sociais por profissionais da saúde no período da pandemia da COVID-19. **Revista Thema**, v. 20, p. 181-200, 2021.

CARDOZO, Riviane Larissa Santos Carvalho; OLIVEIRA, Lorrainy Sousa; LONGHI, Fabio. Influencia Das Tecnologias Digitais Na Formação De Novos Profissionais De Saúde: Revisão Integrativa De Literatura. **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500)**, 2024.

DIAS, Isabela Ribeiro Alves Leite et al. Metodologias Ativas E Tecnologias Digitais Na Formação Multiprofissional Para Qualidade E Segurança Do Paciente. **REVISTA FOCO**, v. 18, n. 10, p. e9991-e9991, 2025.

FETTERMANN, Fernanda Almeida et al. Contribuições das tecnologias digitais no curso de formação docente sobre saúde. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e695986145-e695986145, 2020.

FREITAS, Beatriz Cristina; RENDEIRO, Márcia Maria Pereira. Competências digitais essenciais dos profissionais de saúde: uma revisão de escopo sobre desafios e perspectivas na transformação digital da saúde. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 12, p. e21074-e21074, 2025.

GOMES, Daiana Moreira et al. Educação digital na formação de profissionais de saúde. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e4110816885-e4110816885, 2021.

GONÇALVES, Laís Barreto de Brito et al. O uso das tecnologias digitais de informação e comunicação como recurso educacional no ensino de enfermagem. **EaD em Foco**, v. 10, n. 1, 2020.

LEITÃO, Angela; OLIVEIRA, Sandra; LOUREIRO, Ana. Competência digital dos Profissionais de saúde na formação contínua em ambiente e-learning. **Desafios da Literacia na Sociedade do Século XXI**, p. 42, 2025.

MENDONÇA, Ana Valéria Machado; DE SOUSA, Maria Fátima. Desafios contemporâneos para a Saúde Digital: letramento, educação midiática e prevenção à desinformação. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 49, p. e14, 2025.

OLIVEIRA, Maricélia Tavares Borges et al. Usos de tecnologias digitais na educação permanente em saúde dos profissionais do sus: revisão integrativa. **Humanidades & Inovação**, v. 10, n. 1, p. 356-369, 2023.

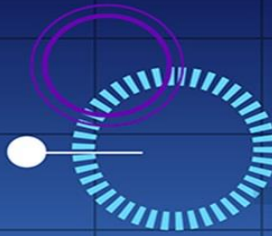
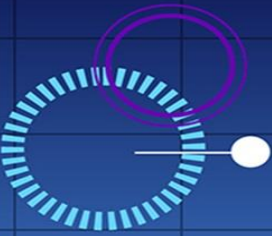
PALÁCIO, Maria Augusta Vasconcelos; GONÇALVES, Laís Barreto de Brito; STRUCHINER, Miriam. A narrativa do aluno de medicina na formação em atenção primária à saúde: potencializando espaços de aprendizagem mediados pelas tecnologias digitais. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 43, p. 330-340, 2019.

ROCKENBACK, Luana Daniela de Souza; BARBOSA, Debora Nice Ferrari; BEZ, Marta Rosecler. Formação permanente mediada por tecnologias na atenção primária em saúde: revisão sistemática. **Revista de Atenção à Saúde**, v. 19, n. 69, 2021.

SANTOS, Romário Correia dos et al. O uso de tecnologias digitais nas práticas de trabalhadores comunitários de saúde: uma revisão internacional de escopo. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 21, p. e02146220, 2023.

SILVA, Diego Salvador Muniz da et al. Metodologias ativas e tecnologias digitais na educação médica: novos desafios em tempos de pandemia. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 46, n. 2, 2022.

SILVA, G. F. et al. Educação Permanente em Saúde aliada ao uso de tecnologias digitais para o enfrentamento da COVID-19 em Cascavel/PR. **Jornal oficial Health**, v. 2, p. 483-485, 2020.



CAPÍTULO 10

TELEPSICOLOGIA E INTERVENÇÕES PSICOLÓGICAS MEDIADAS POR TECNOLOGIA

Antônio Veimar da Silva

1. Introdução

A telepsicologia emerge como um dos desdobramentos mais significativos da transformação digital na área da saúde mental, consolidando-se como modalidade legítima de prestação de serviços psicológicos mediada por tecnologias da informação e da comunicação. O avanço das plataformas digitais e das ferramentas de videoconferência ampliou as possibilidades de atendimento, redefinindo o setting terapêutico tradicional (Carvalho *et al.*, 2019). A pandemia de COVID-19 acelerou de maneira expressiva a implementação do atendimento psicológico online, tornando a modalidade não apenas alternativa, mas muitas vezes única forma de continuidade do cuidado em saúde mental. Esse contexto impulsionou reflexões técnicas e éticas sobre a prática profissional mediada por tecnologia (Cosenza *et al.*, 2021).

A psicoterapia mediada por tecnologias digitais passou, então, a ser objeto de investigação científica mais aprofundada, incluindo estudos longitudinais que analisam a experiência subjetiva de pacientes e terapeutas no ambiente virtual. Essas pesquisas

indicam que a relação terapêutica pode ser mantida e até fortalecida em contextos digitais, desde que respeitados princípios clínicos fundamentais. Além da prática clínica, o campo acadêmico também passou a problematizar os fundamentos metodológicos das pesquisas realizadas em psicoterapia online, destacando especificidades da coleta e análise de dados em contextos virtuais (Silva; Antunez, 2023).

No cenário brasileiro, as regulamentações profissionais foram sendo atualizadas para acompanhar essa expansão, estabelecendo parâmetros técnicos e éticos para atuação de psicólogas e psicólogos em ambientes digitais. Essas normativas reforçam a responsabilidade profissional e a necessidade de qualificação específica para a prática online (Novais; Silva, 2025). A literatura também evidencia que a psicoterapia online pode funcionar como instrumento de ampliação do acesso à saúde mental, especialmente em regiões com escassez de profissionais ou em contextos de mobilidade reduzida. Nesse sentido, a modalidade digital apresenta potencial para promoção de maior equidade no cuidado psicológico (Nascimento *et al.*, 2025).

Revisões sistemáticas apontam indícios consistentes de eficácia dos tratamentos psicoterápicos realizados pela internet, demonstrando resultados comparáveis à modalidade presencial em diversos quadros clínicos, especialmente em abordagens estruturadas e protocolos baseados em evidências. Além disso, análises de literatura destacam que a aliança terapêutica pode ser estabelecida de forma satisfatória no ambiente virtual, sem prejuízo significativo dos desfechos clínicos. Estudos exploratórios e revisões narrativas também reforçam que a psicoterapia online apresenta benefícios em termos de acessibilidade, continuidade do cuidado e adesão ao tratamento (Feijó *et al.*, 2021; Bittencourt *et al.*, 2020; Almondes; Teodoro, 2021; Comin; Maggi; Litewka, 2023). Contudo, a prática da telepsicologia também suscita debates sobre limites éticos, segurança da informação, manejo de crises à distância e adequação do setting terapêutico virtual. Esses aspectos exigem constante reflexão crítica e atualização profissional (Cruz; Labiak, 2021).

Os relatos de profissionais que atuaram por videoconferência durante e após o período pandêmico revelam tanto potencialidades quanto desafios da modalidade, incluindo adaptação da comunicação não verbal, reorganização do espaço terapêutico e redefinição de fronteiras entre vida pessoal e profissional (Rufino, 2023). Diante desse cenário, este capítulo tem como objetivo analisar os fundamentos conceituais, as evidências científicas, os desafios éticos e as perspectivas futuras da telepsicologia e das

intervenções psicológicas mediadas por tecnologia, destacando seu papel na ampliação do acesso, na qualificação do cuidado em saúde mental e na consolidação de uma prática profissional ética, crítica e humanizada no contexto digital contemporâneo (Carvalho *et al.*, 2019; Nascimento *et al.*, 2025).

2. Conceitos e Regulamentação da Telepsicologia

A telepsicologia pode ser compreendida como a prestação de serviços psicológicos mediada por tecnologias da informação e da comunicação, incluindo videoconferência, plataformas digitais, aplicativos e outros recursos tecnológicos que possibilitam interação entre profissional e paciente à distância. Essa modalidade amplia o alcance da prática clínica sem descaracterizar seus fundamentos teóricos e éticos (Carvalho *et al.*, 2019). A psicoterapia online constitui uma das principais expressões da telepsicologia, caracterizando-se pela condução de processos terapêuticos mediados por dispositivos digitais. Embora ocorra em ambiente virtual, mantém princípios estruturantes como sigilo, contrato terapêutico e construção de vínculo (Almondes; Teodoro, 2021).

A literatura destaca que a telepsicologia não representa uma nova abordagem teórica, mas uma modalidade de oferta de serviços psicológicos adaptada ao contexto digital contemporâneo. O que se transforma é o meio, e não necessariamente o método clínico utilizado, uma vez que os referenciais teóricos e técnicos permanecem sustentados pelas mesmas bases científicas da prática presencial. Estudos sobre psicoterapia mediada por tecnologias reforçam que o setting virtual pode preservar princípios clínicos fundamentais, como escuta qualificada, vínculo terapêutico e enquadre técnico, desde que haja adequação ética e metodológica. Dessa forma, a inovação reside principalmente na mediação tecnológica, e não na substituição das teorias psicológicas consolidadas (Bittencourt *et al.*, 2020; Almondes; Teodoro, 2021; Silva; Antúñez, 2023; Marques *et al.*, 2022).

No Brasil, a regulamentação da prática psicológica mediada por tecnologias passou por atualizações significativas, especialmente após a pandemia de COVID-19, consolidando parâmetros técnicos para o atendimento online. Essas normativas estabelecem critérios claros para atuação ética e responsável (Novais; Silva, 2025). As diretrizes profissionais enfatizam a necessidade de cadastro específico em plataformas autorizadas e o cumprimento das resoluções dos conselhos de classe, reforçando a

responsabilidade do psicólogo quanto à segurança e qualidade do serviço prestado (Marques *et al.*, 2022). Em Portugal, documentos orientadores também definem linhas de atuação para serviços psicológicos mediados por TICs, abordando requisitos técnicos, competências digitais e cuidados éticos no ambiente virtual (Carvalho *et al.*, 2019).

A regulamentação destaca que a prática online exige as mesmas competências técnicas da modalidade presencial, acrescidas de habilidades relacionadas ao manejo das tecnologias digitais e à gestão de riscos específicos do ambiente virtual (Cruz; Labiak, 2021). Entre as principais exigências éticas estão a garantia de confidencialidade, a proteção de dados pessoais e o uso de plataformas seguras que assegurem privacidade das informações compartilhadas durante o atendimento (Comin; Maggi; Litewka, 2023). A construção do setting terapêutico virtual exige atenção especial à organização do espaço físico do profissional e do paciente, garantindo ambiente reservado e condições adequadas para escuta qualificada (Silva; Antúnez, 2023). Além disso, o contrato terapêutico deve incluir informações claras sobre limites da modalidade online, possíveis falhas técnicas e procedimentos em situações de emergência ou risco iminente (Rotta, 2023).

A responsabilidade profissional também envolve avaliação criteriosa sobre indicação ou contraindicação do atendimento remoto, considerando características clínicas, contexto do paciente e condições tecnológicas disponíveis (Cosenza; Pereira; Silva, 2022). O uso de plataformas digitais comerciais impõe desafios adicionais relacionados à proteção de dados e ao armazenamento seguro de informações sensíveis, exigindo análise crítica por parte do profissional (Vale *et al.*, 2025). Outro aspecto central refere-se à identidade digital do psicólogo, que deve manter postura ética também nas redes sociais e ambientes virtuais, evitando exposição inadequada ou conflitos de interesse (Novais; Silva, 2025).

A formação profissional precisa contemplar conteúdos específicos sobre telepsicologia, preparando psicólogos para atuação competente em contextos digitais e para compreensão das implicações éticas dessa prática (Almondes; Teodoro, 2021). Estudos exploratórios com profissionais indicam que a adaptação à modalidade online envolve reconfiguração da comunicação não verbal e desenvolvimento de novas estratégias clínicas mediadas por tela (Rufino, 2023). A regulamentação também prevê necessidade de consentimento informado específico para atendimento online, esclarecendo riscos, limites e características do serviço prestado (Cruz; Labiak, 2021).

Do ponto de vista institucional, conselhos profissionais têm papel fundamental na fiscalização e orientação contínua da categoria, garantindo que a expansão da telepsicologia ocorra dentro de parâmetros éticos sólidos (Marques *et al.*, 2022). Assim, os conceitos e normativas que estruturam a telepsicologia consolidam um campo de atuação legítimo, que alia inovação tecnológica à responsabilidade ética, assegurando que a prática psicológica mediada por tecnologia preserve seus princípios fundamentais de cuidado, confidencialidade e compromisso com a saúde mental da população (Carvalho *et al.*, 2019; Comin; Maggi; Litewka, 2023).

3. Psicoterapia Mediada por Tecnologias Digitais

A psicoterapia mediada por tecnologias digitais constitui uma modalidade clínica que mantém os fundamentos da prática psicológica, mas reconfigura o espaço de encontro entre terapeuta e paciente. A mediação tecnológica introduz novas formas de presença e interação, sem descaracterizar a essência do processo terapêutico (Almondes; Teodoro, 2021). Estudos fenomenológicos longitudinais evidenciam que a experiência subjetiva do atendimento online envolve adaptações progressivas tanto por parte do terapeuta quanto do paciente. Ao longo do tempo, ambos constroem familiaridade com o ambiente virtual, reduzindo estranhamentos iniciais. A dimensão fenomenológica revela que a percepção de presença no ambiente digital pode ser significativa, mesmo mediada por telas, desde que haja qualidade na escuta e disponibilidade emocional do profissional (Silva; Antúnez, 2023).

A construção do setting terapêutico virtual exige reorganização simbólica do espaço clínico, considerando elementos como privacidade, iluminação, enquadramento da câmera e estabilidade da conexão (Rufino, 2023). Diferentemente do consultório físico, o setting online depende também das condições ambientais do paciente, o que pode influenciar dinâmica da sessão e manejo clínico (Cosenza; Pereira; Silva, 2022). A delimitação de tempo, regras de pontualidade e acordos sobre uso de dispositivos são fundamentais para preservar estrutura terapêutica no ambiente virtual (Carvalho *et al.*, 2019).

A videoconferência tornou-se principal ferramenta para condução de psicoterapia online, permitindo interação síncrona que preserva elementos verbais e parte da comunicação não verbal (Bittencourt *et al.*, 2020). Apesar das limitações na observação

corporal completa, estudos indicam que microexpressões faciais e variações na voz continuam sendo relevantes para compreensão clínica (Rufino, 2023). A mediação tecnológica também pode favorecer maior conforto para determinados pacientes, que relatam sentir-se mais seguros em seu próprio ambiente doméstico (Feijó *et al.*, 2021). Por outro lado, a presença de distrações no espaço domiciliar pode interferir na concentração e profundidade do processo terapêutico, exigindo manejo clínico específico (Cosenza *et al.*, 2021).

A relação terapêutica no ambiente digital mantém-se como elemento central da eficácia do tratamento, sendo a aliança terapêutica fator determinante para bons resultados clínicos (Almondes; Teodoro, 2021). Pesquisas indicam que a qualidade do vínculo estabelecido online pode ser equivalente à modalidade presencial, desde que haja clareza na comunicação e postura ética consistente (Feijó *et al.*, 2021). A adaptação do terapeuta ao formato digital inclui desenvolvimento de novas competências, como leitura ampliada de sinais contextuais e maior explicitação verbal de intervenções (Silva; Antunez, 2023).

O ambiente digital também modifica percepção de fronteiras entre vida pessoal e profissional, exigindo cuidado na organização do espaço e na definição de horários (Torres *et al.*, 2022). A psicoterapia online pode ampliar acesso a pacientes que enfrentam barreiras geográficas, mobilidade reduzida ou estigmatização social relacionada à busca por cuidado psicológico (Nascimento *et al.*, 2025). Intervenções online em grupo demonstram potencial terapêutico significativo, especialmente para populações específicas, como idosos institucionalizados, promovendo apoio social e compartilhamento de experiências (Freitas *et al.*, 2022). A prática mediada por tecnologia também pode favorecer continuidade do cuidado em situações de deslocamento ou mudança de cidade, garantindo estabilidade no processo terapêutico (Rotta, 2023). No entanto, situações de crise aguda ou risco iminente exigem protocolos específicos e planejamento prévio para encaminhamentos adequados (Cruz; Labiak, 2021).

A experiência clínica indica que, com o tempo, a tecnologia deixa de ocupar lugar central na percepção do paciente, tornando-se apenas meio transparente de comunicação (Silva; Antúnez, 2023). Portanto, a psicoterapia mediada por tecnologias digitais configura prática clínica legítima, capaz de sustentar vínculo terapêutico, profundidade emocional e eficácia técnica, desde que conduzida com preparo ético, sensibilidade clínica e domínio adequado dos recursos tecnológicos (Almondes; Teodoro, 2021; Feijó *et al.*, 2021).

4. Evidências de Eficácia e Resultados Clínicos

A consolidação da telepsicologia como modalidade legítima de intervenção em saúde mental está diretamente relacionada ao avanço das pesquisas que investigam sua eficácia clínica. Revisões sistemáticas têm buscado comparar desfechos entre psicoterapia presencial e online, analisando variáveis como redução sintomatológica e adesão ao tratamento (Feijó *et al.*, 2021). Os resultados dessas revisões indicam que intervenções psicoterápicas realizadas pela internet apresentam eficácia comparável à modalidade presencial, especialmente em tratamentos estruturados e com protocolos bem definidos (Bittencourt *et al.*, 2020).

Abordagens cognitivas e comportamentais mediadas por tecnologia demonstram evidências consistentes no manejo de transtornos de ansiedade, depressão e estresse, reforçando validade clínica da modalidade online (Almondes; Teodoro, 2021). Além dos resultados quantitativos, estudos qualitativos apontam que pacientes relatam satisfação significativa com atendimento remoto, destacando comodidade e flexibilidade como fatores positivos (Silva; Antúñez, 2023). A manutenção da aliança terapêutica no ambiente digital tem sido identificada como variável central para eficácia do tratamento, mostrando-se equivalente àquela estabelecida em contextos presenciais (Feijó *et al.*, 2021).

Pesquisas exploratórias com profissionais também indicam que a percepção de efetividade clínica tende a aumentar conforme a experiência do terapeuta com a modalidade digital, evidenciando que a familiaridade com as ferramentas tecnológicas e o desenvolvimento de competências específicas influenciam diretamente a confiança e a qualidade das intervenções realizadas no ambiente virtual. Estudos apontam que, à medida que psicólogos ampliam sua prática online, relatam maior segurança no manejo do setting digital, melhor adaptação às dinâmicas da videoconferência e maior clareza na condução técnica das sessões (Rufino, 2023; Torres *et al.*, 2022; Silva; Antúñez, 2023; Novais; Silva, 2025).

Durante a pandemia de COVID-19, o aumento expressivo do uso da telepsicologia permitiu ampliação do acesso ao cuidado psicológico, reduzindo interrupções terapêuticas em contextos de isolamento social (Cosenza *et al.*, 2021). Estudos relatam que a modalidade online favoreceu continuidade de processos psicoterapêuticos previamente iniciados presencialmente, mantendo estabilidade emocional dos pacientes

(Rotta, 2023). A psicoterapia online também tem sido apontada como vetor de equidade em saúde mental, ampliando acesso para populações residentes em áreas remotas ou com limitação de mobilidade (Nascimento *et al.*, 2025). Intervenções em grupo mediadas por tecnologia demonstraram resultados positivos, especialmente no fortalecimento do apoio social e na redução de sentimentos de isolamento (Freitas *et al.*, 2022).

Revisões éticas e técnicas destacam que a eficácia do atendimento online depende de critérios claros de indicação clínica e adequação ao perfil do paciente, considerando variáveis como gravidade do quadro, condições ambientais, acesso tecnológico e capacidade de manejo de situações de risco à distância. A literatura enfatiza que nem todos os casos são igualmente indicados para a modalidade remota, sendo necessária avaliação prévia criteriosa por parte do profissional. Além disso, diretrizes regulatórias reforçam a importância de consentimento informado específico e planejamento de contingências em situações emergenciais, assegurando que a prática digital preserve padrões éticos equivalentes aos da modalidade presencial (Comin; Maggi; Litewka, 2023; Cruz; Labiak, 2021; Carvalho *et al.*, 2019; Marques *et al.*, 2022).

A satisfação dos pacientes está frequentemente associada à percepção de segurança, confidencialidade e competência técnica do profissional (Vale *et al.*, 2025). Relatos de experiência indicam que a modalidade online pode favorecer maior abertura emocional em alguns pacientes, possivelmente pela sensação de proteção do ambiente doméstico (Cosenza; Pereira; Silva, 2022). No entanto, limitações técnicas como falhas de conexão e interrupções podem comprometer fluidez das sessões, exigindo preparo prévio e estratégias de contingência (Cruz; Labiak, 2021).

A literatura também ressalta importância da capacitação profissional específica para atuação online, garantindo qualidade técnica equivalente à prática presencial. Em termos de adesão ao tratamento, alguns estudos apontam taxas semelhantes ou até superiores na modalidade digital, sobretudo quando há flexibilidade de horários (Marques *et al.*, 2022; Feijó *et al.*, 2021). A expansão das plataformas digitais especializadas contribuiu para organização e segurança dos atendimentos, favorecendo padronização de práticas (Novais; Silva, 2025).

A análise longitudinal de processos psicoterápicos online revela que profundidade emocional e elaboração simbólica podem ocorrer de maneira consistente no ambiente virtual (Silva; Antúnez, 2023). Ainda assim, a literatura reconhece necessidade de ampliação de pesquisas com diferentes abordagens teóricas e populações clínicas, a fim

de consolidar evidências robustas (Bittencourt *et al.*, 2020). De modo geral, as evidências acumuladas indicam que a psicoterapia mediada por tecnologias digitais constitui modalidade eficaz, segura e promissora, desde que fundamentada em critérios técnicos, éticos e científicos adequados (Almondes; Teodoro, 2021; Feijó *et al.*, 2021).

5. Desafios Éticos, Técnicos e Profissionais

A expansão da telepsicologia trouxe consigo desafios éticos complexos, especialmente relacionados à manutenção do sigilo profissional em ambientes digitais. A confidencialidade, princípio estruturante da prática psicológica, precisa ser garantida mesmo quando a comunicação ocorre por meio de plataformas virtuais (Cruz; Labiak, 2021). A proteção de dados sensíveis torna-se preocupação central, considerando que informações clínicas trafegam por sistemas digitais sujeitos a vulnerabilidades tecnológicas. A escolha de plataformas seguras é responsabilidade direta do profissional (Comin; Maggi; Litewka, 2023).

Diretrizes profissionais enfatizam que o psicólogo deve assegurar que os meios utilizados ofereçam criptografia adequada e armazenamento protegido, reduzindo riscos de vazamento de dados (Carvalho *et al.*, 2019). A regulamentação brasileira também estabelece que o profissional precisa informar claramente ao paciente sobre possíveis riscos tecnológicos, incluindo falhas de conexão ou invasões indevidas (Novais; Silva, 2025). Além da segurança tecnológica, a privacidade ambiental constitui desafio relevante, pois o paciente pode estar em espaço compartilhado, comprometendo liberdade de expressão durante a sessão (Cosenza; Pereira; Silva, 2022).

O consentimento informado deve contemplar especificidades do atendimento online, detalhando limites, riscos e responsabilidades de ambas as partes (Marques *et al.*, 2022). Outro desafio refere-se aos limites do atendimento remoto em situações de crise aguda, como ideação suicida ou risco iminente, que demandam protocolos claros de encaminhamento e suporte presencial quando necessário (Cruz; Labiak, 2021). A avaliação da adequação clínica da modalidade online é etapa fundamental, exigindo análise criteriosa do perfil do paciente, da natureza do sofrimento psíquico e das condições de suporte disponíveis (Comin; Maggi; Litewka, 2023). Questões técnicas, como instabilidade de conexão e falhas de áudio ou vídeo, podem comprometer continuidade da sessão e interferir na profundidade do processo terapêutico (Rufino, 2023).

A desigualdade no acesso à internet e a dispositivos adequados também limita alcance da telepsicologia, especialmente em populações socialmente vulneráveis (Nascimento *et al.*, 2025). Apesar do potencial de ampliação do acesso, a exclusão digital permanece obstáculo significativo para democratização plena do atendimento psicológico online (Rotta, 2023). A mediação tecnológica pode alterar percepção da comunicação não verbal, reduzindo visibilidade de sinais corporais importantes para análise clínica (Silva; Antúñez, 2023). Essa limitação exige maior explicitação verbal de emoções e intervenções, demandando adaptação técnica por parte do profissional (Almondes; Teodoro, 2021).

A fronteira entre vida pessoal e profissional torna-se mais tênue no ambiente digital, exigindo organização rigorosa do espaço físico e definição clara de horários de atendimento (Torres *et al.*, 2022). O desgaste emocional associado ao uso prolongado de telas, conhecido como fadiga digital, também pode impactar desempenho clínico e qualidade da escuta terapêutica (Vale *et al.*, 2025). A identidade profissional no ambiente online requer cuidado adicional, especialmente em relação ao uso de redes sociais e exposição pública (Novais; Silva, 2025). A prática mediada por tecnologia demanda formação específica, incluindo domínio de ferramentas digitais e compreensão de aspectos éticos particulares da modalidade (Marques *et al.*, 2022).

Profissionais relatam que a adaptação inicial ao atendimento online pode gerar insegurança técnica, mas que essa percepção tende a diminuir com experiência acumulada (Rufino, 2023). A constante atualização tecnológica impõe necessidade de educação continuada, garantindo que o psicólogo acompanhe evoluções das plataformas e das normativas profissionais (Carvalho *et al.*, 2019). O desafio ético também envolve preservação da qualidade do cuidado, evitando que a tecnologia substitua a centralidade da relação terapêutica (Comin; Maggi; Litewka, 2023).

Apesar das dificuldades, a literatura reconhece que muitos desses desafios podem ser mitigados por meio de planejamento adequado, capacitação profissional e uso responsável das tecnologias disponíveis (Almondes; Teodoro, 2021). Assim, os desafios éticos, técnicos e profissionais da telepsicologia não invalidam sua prática, mas reforçam a necessidade de atuação crítica, responsável e permanentemente atualizada, assegurando que a inovação tecnológica esteja a serviço da proteção do paciente e da qualidade do cuidado psicológico (Cruz; Labiak, 2021; Novais; Silva, 2025).

6. Populações Específicas e Novas Modalidades de Intervenção

A telepsicologia tem se mostrado particularmente relevante no atendimento a populações específicas, especialmente idosos e grupos em situação de vulnerabilidade social. A modalidade online amplia possibilidades de cuidado para indivíduos com mobilidade reduzida, dificuldades de deslocamento ou residentes em instituições de longa permanência, favorecendo continuidade terapêutica e redução do isolamento emocional (Freitas *et al.*, 2022).

No caso da população idosa institucionalizada, intervenções psicológicas online em grupo demonstraram potencial significativo para fortalecimento de vínculos sociais e promoção de bem-estar psicossocial. A mediação tecnológica permitiu criação de espaços coletivos de escuta e partilha, mesmo em contextos de restrição de visitas presenciais (Freitas *et al.*, 2022). Além dos idosos, populações residentes em áreas remotas ou com escassez de profissionais de saúde mental encontram na telepsicologia uma alternativa viável de acesso ao cuidado psicológico. Nesse sentido, a modalidade digital atua como instrumento de ampliação da equidade em saúde mental (Nascimento *et al.*, 2025).

A psicoterapia online também tem sido considerada estratégica para pessoas com limitações físicas ou condições crônicas que dificultam deslocamento frequente até consultórios presenciais. A flexibilidade da modalidade contribui para maior adesão ao tratamento e continuidade do acompanhamento clínico (Almondes; Teodoro, 2021). Durante a pandemia de COVID-19, a telepsicologia assumiu papel central na manutenção dos serviços de saúde mental, reduzindo interrupções terapêuticas em contexto de distanciamento social. O atendimento remoto tornou-se alternativa essencial para enfrentamento de sofrimento psíquico associado ao isolamento, luto e insegurança coletiva (Cosenza *et al.*, 2021). A experiência pandêmica também evidenciou potencial adaptativo da categoria profissional, que precisou reorganizar rapidamente práticas clínicas e incorporar tecnologias digitais de forma intensiva. Esse processo ampliou repertório técnico e consolidou a modalidade online como prática permanente (Torres *et al.*, 2022).

Estudos apontam que, mesmo após flexibilização das restrições sanitárias, muitos pacientes optaram por permanecer no formato online, indicando aceitação consolidada da modalidade. Intervenções em grupo mediadas por tecnologia representam outra inovação relevante. A condução de grupos terapêuticos online permite integração de

participantes geograficamente distantes, ampliando diversidade de experiências compartilhadas (Freitas *et al.*, 2022; Bittencourt *et al.*, 2020). A modalidade grupal digital exige adaptações específicas na condução clínica, incluindo organização do tempo de fala, manejo de interrupções e garantia de confidencialidade entre participantes (Comin; Maggi; Litewka, 2023).

Em populações vulneráveis, como pessoas em situação de violência doméstica ou isolamento social severo, a telepsicologia pode oferecer canal seguro e discreto de acesso ao cuidado, desde que garantidas condições mínimas de privacidade (Cruz; Labiak, 2021). Entretanto, desigualdades digitais ainda limitam alcance dessa modalidade, especialmente em contextos de baixa renda ou ausência de infraestrutura tecnológica adequada (Rotta, 2023). A expansão da telepsicologia também abre possibilidades para intervenções híbridas, combinando sessões presenciais e online conforme necessidades clínicas e logísticas do paciente (Almondes; Teodoro, 2021). No campo das potencialidades futuras, a integração com recursos digitais avançados, como plataformas interativas e ferramentas de monitoramento remoto, pode ampliar acompanhamento contínuo entre sessões (Vale *et al.*, 2025).

A tendência é que a telepsicologia evolua para modelos cada vez mais integrados, nos quais tecnologia funcione como complemento estratégico ao cuidado presencial, e não como substituição excludente (Silva; Antúnez, 2023). O desenvolvimento de protocolos específicos para diferentes populações, considerando idade, contexto sociocultural e necessidades clínicas, representa caminho promissor para qualificação da modalidade (Novais; Silva, 2025). As novas modalidades de intervenção mediadas por tecnologia demonstram potencial significativo para ampliação do acesso, diversificação das práticas clínicas e fortalecimento da saúde mental em diferentes contextos populacionais, desde que acompanhadas por reflexão ética contínua, capacitação profissional adequada e políticas que reduzam desigualdades digitais (Nascimento *et al.*, 2025; Comin; Maggi; Litewka, 2023).

7. Considerações Finais

A telepsicologia consolidou-se como modalidade legítima e tecnicamente fundamentada de prestação de serviços psicológicos, ampliando o alcance do cuidado em saúde mental por meio das tecnologias da informação e da comunicação. O avanço

regulatório e a produção científica recente demonstram que a prática mediada por tecnologia não constitui ruptura com os fundamentos da psicoterapia, mas adaptação ética e técnica às transformações contemporâneas da sociedade digital.

As evidências científicas acumuladas indicam que a psicoterapia online apresenta resultados clínicos comparáveis à modalidade presencial em diversos quadros, especialmente quando há critérios adequados de indicação, preparo profissional e manutenção da aliança terapêutica. A experiência fenomenológica de terapeutas e pacientes confirma que o vínculo clínico pode ser construído e sustentado no ambiente virtual, desde que preservados princípios estruturantes da prática psicológica. Entretanto, a expansão da telepsicologia também evidencia desafios éticos relevantes, especialmente no que diz respeito à proteção de dados, à garantia de sigilo e à delimitação dos limites do atendimento remoto. A prática online exige postura técnica rigorosa, planejamento prévio para situações de crise e constante atualização frente às normativas profissionais vigentes.

A pandemia de COVID-19 funcionou como catalisador desse processo de transformação, impulsionando a categoria profissional a reorganizar rapidamente suas práticas e a incorporar tecnologias digitais de maneira estruturada. Esse movimento revelou potencial adaptativo da psicologia e consolidou a modalidade online como componente permanente do campo da saúde mental. Destaca-se, ainda, o papel da telepsicologia como instrumento de ampliação da equidade, possibilitando acesso ao cuidado para populações geograficamente distantes, pessoas com mobilidade reduzida e grupos em situação de vulnerabilidade social. Quando associada a políticas públicas adequadas e estratégias de inclusão digital, a modalidade pode contribuir para redução de desigualdades no acesso à saúde mental.

Ao mesmo tempo, persistem desafios relacionados à exclusão digital, à formação específica dos profissionais e à necessidade de construção de protocolos adaptados a diferentes populações e contextos clínicos. A consolidação ética e técnica da telepsicologia depende de investimento contínuo em capacitação, pesquisa e regulamentação responsável. As perspectivas futuras apontam para integração crescente entre psicoterapia online, intervenções híbridas e uso de recursos digitais avançados, ampliando possibilidades de acompanhamento e personalização do cuidado. Contudo, a tecnologia deve permanecer como meio facilitador, jamais substituindo centralidade da relação terapêutica e do compromisso ético com o sofrimento humano.

Assim, a telepsicologia configura-se como campo em expansão, que alia inovação tecnológica à tradição clínica, exigindo do profissional postura crítica, responsabilidade ética e abertura permanente à aprendizagem. Seu potencial transformador reside na capacidade de articular acessibilidade, qualidade técnica e humanização do cuidado em um cenário digital cada vez mais complexo e interconectado.

Referências Bibliográficas

- CARVALHO, R. et al. Linhas de Orientação para a Prestação de Serviços de Psicologia Mediados por Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC). **OPP, editor. Linhas de Orientação para a Prática Profissional. Porto**, 2019.
- SILVA, Nara Helena Lopes Pereira da; ANTÚNEZ, Andrés Eduardo Aguirre. Psicoterapia mediada por tecnologias digitais: estudo fenomenológico longitudinal. **Psicologia Clínica**, v. 35, n. 1, p. 105-128, 2023.
- SILVA, Nara Helena Lopes Pereira da; ANTÚNEZ, Andrés Eduardo Aguirre. Psicoterapia Mediada Por Tecnologias Digitais: Estudo Fenomenológico Longitudinal. **Revista Psicologia Clínica**, v. 35, n. 1, 2023.
- COSENZA, Tânia Regina dos Santos Barreiros et al. Desafios da telepsicologia no contexto do atendimento psicoterapêutico online durante a pandemia de Covid-19. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e52210414482-e52210414482, 2021.
- SILVA, Nara Helena Lopes Pereira da; ANTUNEZ, Andres Eduardo Aguirre. Reflexões sobre a construção de uma pesquisa qualitativa em psicoterapia on-line. **Psicologia em Estudo**, v. 28, p. e52050, 2023.
- NOVAIS, Mirlene Carvalho de; SILVA, Gabriela Andrade da. Psicólogas (os) brasileiras (os) e prestação de serviços mediados por Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação: regulamentações e desafios. **Psicologia USP**, v. 36, p. e240037, 2025.
- NASCIMENTO, Paulo Victor Santos et al. PSICOTERAPIA ONLINE COMO VETOR DE EQUIDADE EM SAÚDE MENTAL. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 14, n. 3, p. e1915-e1915, 2025.
- FEIJÓ, Luan Paris et al. Indícios de eficácia dos tratamentos psicoterápicos pela internet: revisão sistemática. **Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia**, v. 14, n. SPE, p. 1-25, 2021.
- RUFINO, Diogo Miguel Pacheco Barreto. **Prática (s) de Psicoterapia Mediada por Videoconferência: uma Análise Exploratória da Experiência Relatada por Profissionais da Psicologia**. 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto (Portugal).
- CRUZ, Roberto Moraes; LABIAK, Fernanda Pereira. Implicações éticas na psicoterapia on-line em tempos de Covid-19. **Revista Psicologia e Saúde**, v. 13, n. 3, p. 203-216, 2021.
- COSENZA, Tânia Regina dos Santos Barreiros; PEREIRA, Eliane Ramos; SILVA, Rose Mary Costa Rosa Andrade. Benefícios e limitações da psicologia online no início da pandemia. **Epitaya E-books**, v. 1, n. 23, p. 30-45, 2022.
- ALMONDES, Katie Moraes; TEODORO, Maycoln LM. **Terapia on-line**. Hogrefe, 2021.

MARQUES, Luísa Gianoni et al. Psicoterapia On-line: regulamentação e reflexo nas plataformas de atendimento. **Psicologia em Pesquisa**, v. 16, n. 3, p. 1-25, 2022.

ROTTA, Julia Fonseca Chagas. A Telepsicologia Como Uma Alternativa Em Contexto De Pandemia. **Revista BioSalus**, v. 5, 2023.

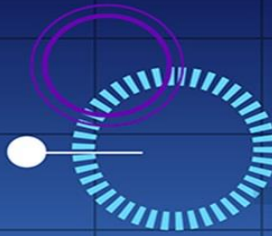
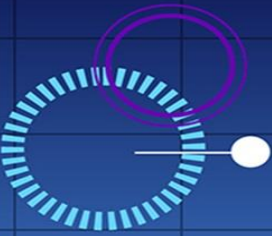
COMIN, Rejane; MAGGI, Alice; LITEWKA, Sérgio Gustavo. Atendimento Psicológico Online: Considerações Éticas No Setting Terapêutico, Uma Revisão Sistemática. **Humanidades & Inovação**, v. 10, n. 17, p. 241-252, 2023.

BITTENCOURT, Henrique Borba et al. Psicoterapia on-line: uma revisão de literatura. **Diaphora**, v. 9, n. 2, p. 41-46, 2020.

VALE, Otamires Lopes et al. O uso da tecnologia como ferramenta de atendimento psicológico. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 18, n. 2, p. 153, 2025.

FREITAS, Eduarda Rezende et al. Intervenção Psicológica Online em Grupo com Idosos Institucionalizados: Relato de Experiência. **Revista Brasileira de Terapias Cognitivas**, v. 18, n. 2, p. 215-222, 2022.

TORRES, Marck de Souza et al. Potencialidades e desafios do atendimento psicológico online durante a pandemia da Covid-19 na perspectiva dos profissionais. **Cadernos de Psicologia**, p. 12-12, 2022.



CAPÍTULO 11

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E OS NOVOS CAMINHOS NOS ATENDIMENTOS PSICOLÓGICOS

Antônio Veimar da Silva
Francisco Carneiro da Silva

1. Introdução

A Inteligência Artificial (IA) tornou-se uma das principais forças transformadoras da sociedade contemporânea, impactando diferentes setores, da economia à educação, da indústria à saúde. Seu desenvolvimento acelerado redefine modos de produção, comunicação e tomada de decisão, inaugurando novos paradigmas tecnológicos e epistemológicos que desafiam concepções tradicionais sobre inteligência, autonomia e agência humana (Santaella, 2023). No campo da saúde, a IA vem sendo incorporada progressivamente em sistemas de apoio diagnóstico, monitoramento clínico e personalização de tratamentos. Na saúde mental, essas tecnologias começam a ocupar espaço relevante, especialmente por meio de plataformas digitais, aplicativos e assistentes virtuais voltados ao acompanhamento psicológico e à triagem de sintomas (Campelo; Barros; Cruz, 2024).

A Psicologia, enquanto ciência e profissão, passa a dialogar diretamente com esses avanços tecnológicos, enfrentando tanto oportunidades quanto dilemas éticos e técnicos. A aplicação da IA na prática clínica não implica substituição do profissional, mas introduz novas ferramentas que podem auxiliar na coleta de dados, no monitoramento de progresso terapêutico e na ampliação do acesso ao cuidado (Almeida *et al.*, 2025).

A expansão da IA generativa intensifica esse debate, uma vez que sistemas capazes de produzir linguagem natural e simular interações humanas passam a ser utilizados em contextos de escuta e aconselhamento automatizado. Esse fenômeno exige análise crítica acerca dos limites entre simulação tecnológica e presença clínica efetiva (Peixoto, 2025). Ao mesmo tempo, pesquisadores questionam até que ponto a chamada “inteligência” artificial pode ser considerada realmente inteligente, ressaltando que algoritmos operam a partir de padrões matemáticos e bases de dados previamente estruturadas, sem consciência, intencionalidade ou experiência subjetiva (Schwartz; Wendt, 2026).

A incorporação da IA na Psicologia também suscita reflexões sobre vieses algorítmicos, riscos de automatização acrítica e possíveis impactos na autonomia profissional. Sistemas inteligentes podem reproduzir desigualdades existentes nos dados utilizados para seu treinamento, demandando vigilância ética constante (Castro; Bomfim, 2020). Por outro lado, experiências com agentes virtuais e intervenções autoguiadas mediadas por IA demonstram potencial para ampliar acesso ao cuidado psicológico, especialmente em contextos de escassez de profissionais ou barreiras geográficas. Estudos sobre psicoterapia autoguiada com agentes virtuais indicam resultados promissores em termos de adesão e engajamento (Rufino, 2020). Além disso, aplicações voltadas ao mapeamento automatizado de sintomas de ansiedade, depressão e estresse sugerem que a IA pode atuar como ferramenta complementar no rastreamento precoce e na organização de informações clínicas (Delgado, 2023).

As interações com sistemas baseados em IA também geram fenômenos psicológicos específicos, como vínculos parassociais e projeções emocionais sobre agentes digitais, o que amplia a complexidade das relações humano-máquina no campo da saúde mental (Chaves, 2025). Desse modo, este capítulo tem como objetivo analisar criticamente as interfaces entre Inteligência Artificial e atendimentos psicológicos, explorando fundamentos conceituais, aplicações clínicas, impactos éticos e perspectivas futuras, a fim de compreender como a inovação tecnológica pode ser integrada à prática

psicológica de forma responsável, ética e centrada na dignidade humana (Souza *et al.*, 2025; Peixoto, 2025).

2. Fundamentos da Inteligência Artificial e Suas Interfaces com a Psicologia

A Inteligência Artificial pode ser compreendida como o campo interdisciplinar dedicado ao desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de executar tarefas que, tradicionalmente, exigiriam inteligência humana, como reconhecimento de padrões, processamento de linguagem natural e tomada de decisão baseada em dados. Seu funcionamento está ancorado em algoritmos, modelos matemáticos e grandes volumes de informações estruturadas (Schwartz; Wendt, 2026).

Apesar da denominação “inteligência”, diversos autores alertam que a IA não possui consciência, intencionalidade ou experiência subjetiva. Trata-se de sistemas que operam por meio de cálculos probabilísticos e aprendizado estatístico, simulando comportamentos inteligentes sem vivenciar processos psíquicos humanos (Santaella, 2023). Essa distinção é fundamental para o campo da Psicologia, pois delimita fronteiras entre cognição humana e processamento algorítmico. Enquanto o psiquismo envolve dimensões emocionais, simbólicas e inconscientes, a IA opera a partir de correlações matemáticas e padrões previamente treinados em bases de dados (Burani; Vieira, 2020).

A evolução recente da IA generativa intensificou debates sobre sua aplicação em áreas sensíveis, incluindo saúde mental. Modelos capazes de produzir textos coerentes, responder perguntas complexas e simular diálogos terapêuticos ampliaram possibilidades de uso em contextos psicológicos (Peixoto, 2025). Entretanto, a Psicologia da Comunicação destaca que interações mediadas por sistemas automatizados não substituem a complexidade da comunicação humana, que envolve empatia genuína, escuta ativa e leitura de nuances emocionais (Ferreira, 2025). No campo clínico, a IA tem sido explorada como ferramenta de apoio ao psicólogo, auxiliando na organização de informações, identificação de padrões sintomatológicos e monitoramento de evolução terapêutica. Sua aplicação, nesse sentido, assume caráter complementar e não substitutivo (Almeida *et al.*, 2025).

Revisões integrativas sobre IA na saúde indicam que essas tecnologias vêm sendo incorporadas em triagens automatizadas, chatbots de suporte inicial e plataformas de acompanhamento remoto, com resultados promissores quando utilizadas de maneira

supervisionada (Campelo; Barros; Cruz, 2024). A utilização de algoritmos no mapeamento de sintomas de ansiedade e depressão evidencia potencial da IA para identificar padrões de risco e fornecer suporte preliminar ao usuário, especialmente em contextos de grande demanda por atendimento (Delgado, 2023). Contudo, a aplicação de IA em contextos psicológicos também suscita preocupações quanto aos vieses algorítmicos. Sistemas treinados com dados enviesados podem reproduzir desigualdades e discriminações, impactando decisões automatizadas e recomendações clínicas (Castro; Bomfim, 2020).

Além disso, a interface entre IA e Psicologia exige reflexão sobre autonomia profissional e responsabilidade ética. A decisão clínica não pode ser delegada integralmente a sistemas automatizados, devendo permanecer sob supervisão humana qualificada (Costa, 2023). A literatura também aponta que a adoção acrítica de tecnologias pode gerar dependência excessiva de ferramentas digitais, reduzindo espaço para julgamento clínico fundamentado na experiência profissional (Viédes; Vasconcelos; Verati, 2025). Por outro lado, quando articulada ao design centrado no humano, a IA pode contribuir para intervenções mais personalizadas, ajustando conteúdos e estratégias de acordo com perfil e necessidades do usuário (Souza *et al.*, 2025).

A interface entre Psicologia e IA também se estende à formação profissional, exigindo que futuros psicólogos compreendam funcionamento básico dos algoritmos e seus impactos na prática clínica (Peixoto, 2025). A análise crítica das tecnologias digitais revela que o desenvolvimento da IA está inserido em contextos sociopolíticos e econômicos específicos, o que implica necessidade de leitura ampliada sobre seus efeitos sociais e subjetivos (Rocha; Santos, 2025). Do ponto de vista epistemológico, a aproximação entre IA e Psicologia exige diálogo interdisciplinar, integrando conhecimentos da computação, ética, filosofia e ciências humanas (Schwartz; Wendt, 2026).

A reflexão sobre limites da IA na prática psicológica passa pelo reconhecimento de que processos terapêuticos envolvem dimensão relacional que transcende cálculo algorítmico (Santaella, 2023). Ainda assim, experiências com agentes virtuais demonstram que usuários podem estabelecer vínculos simbólicos com sistemas digitais, revelando complexidade das interações humano-máquina (Chaves, 2025). Dessa forma, compreender os fundamentos da Inteligência Artificial e suas interfaces com a Psicologia implica reconhecer tanto seu potencial inovador quanto seus limites estruturais, situando a tecnologia como ferramenta que deve estar subordinada aos princípios éticos,

científicos e humanísticos que orientam a prática psicológica contemporânea (Almeida *et al.*, 2025; Peixoto, 2025).

3. Inteligência Artificial na Psicoterapia e no Atendimento Clínico

A incorporação da Inteligência Artificial na psicoterapia representa uma das transformações mais significativas no campo da saúde mental contemporânea. Diferentemente das ferramentas digitais tradicionais, a IA permite análise automatizada de grandes volumes de dados e geração de respostas adaptativas, ampliando possibilidades de apoio ao trabalho clínico (Almeida *et al.*, 2025). Na prática clínica, sistemas baseados em IA têm sido utilizados para mapeamento inicial de sintomas, organização de informações e identificação de padrões comportamentais que podem auxiliar na formulação de hipóteses diagnósticas. Essas ferramentas funcionam como apoio complementar ao raciocínio clínico do psicólogo (Delgado, 2023).

Aplicações voltadas para rastreamento de ansiedade, depressão e estresse demonstram que algoritmos podem identificar indicadores relevantes a partir de respostas padronizadas e dados comportamentais, oferecendo suporte preliminar para triagens psicológicas (Souza, 2018). Além do mapeamento sintomatológico, agentes virtuais baseados em IA têm sido desenvolvidos para conduzir intervenções autoguiadas, oferecendo orientações psicoeducativas e exercícios estruturados. Esses sistemas ampliam acesso ao cuidado em contextos de alta demanda (Rufino, 2020). Estudos sobre psicoterapia autoguiada mediada por agente virtual indicam que a adesão ao tratamento pode ser favorecida quando há interface intuitiva e sensação de acompanhamento contínuo, mesmo que automatizado (Rufino, 2020; Souza *et al.*, 2025).

A avaliação de assistentes virtuais para simulações de atendimento psicológico demonstra que tais sistemas podem contribuir para formação profissional, permitindo treino de habilidades comunicacionais em ambiente controlado (Zanquetta *et al.*, 2024). Entretanto, a aplicação de IA na psicoterapia não elimina necessidade de supervisão humana qualificada. A interpretação de conteúdos subjetivos, especialmente em situações de risco, exige intervenção direta de profissional capacitado (Almeida *et al.*, 2025). A literatura destaca que a IA pode atuar como ferramenta de monitoramento entre sessões, acompanhando variações de humor ou padrões de comportamento relatados pelo paciente em aplicativos específicos. Esse acompanhamento contínuo possibilita

intervenções mais personalizadas, baseadas em dados coletados ao longo do tempo, contribuindo para ajustes terapêuticos mais precisos (Campelo; Barros; Cruz, 2024; Souza *et al.*, 2025).

Além disso, modelos de IA podem auxiliar na análise de linguagem natural, identificando padrões de discurso associados a sofrimento emocional, o que pode apoiar o trabalho clínico em contextos específicos (Delgado, 2023). Contudo, a simulação de empatia por sistemas automatizados levanta questionamentos sobre autenticidade da interação terapêutica. A presença clínica envolve dimensões afetivas que transcendem respostas programadas (Santaella, 2023). Interações parassociais com agentes digitais podem gerar sensação de vínculo, ainda que unilateral, o que exige análise cuidadosa sobre implicações psicológicas dessas experiências (Chaves, 2025).

A substituição integral do terapeuta por sistemas automatizados é amplamente criticada na literatura, que ressalta centralidade da relação humana no processo psicoterapêutico (Peixoto, 2025). Além disso, a responsabilidade ética permanece com o profissional que utiliza ferramentas de IA como apoio clínico, sendo necessário garantir que decisões terapêuticas não sejam delegadas exclusivamente ao algoritmo (Castro; Bomfim, 2020). A integração da IA ao atendimento psicológico também demanda formação específica para que profissionais compreendam funcionamento básico dos sistemas utilizados e suas limitações técnicas (Peixoto, 2025).

No campo da psicologia da comunicação, destaca-se que mediação tecnológica modifica dinâmica da interação clínica, exigindo adaptação na escuta e na interpretação de sinais emocionais (Ferreira, 2025). Aplicações inovadoras incluem uso de IA em intervenções complementares, como musicoterapia digital assistida por algoritmos, que podem auxiliar na personalização de estímulos terapêuticos (Rineldi; Amaral; Santos, 2025). Ainda que promissora, a incorporação da IA na psicoterapia requer constante avaliação científica de eficácia e segurança, evitando adoção precipitada de soluções tecnológicas sem validação adequada (Campelo; Barros; Cruz, 2024).

A perspectiva contemporânea aponta para modelos híbridos, nos quais IA atua como suporte ao profissional, ampliando capacidade de acompanhamento e organização de dados sem substituir a dimensão relacional do cuidado (Rocha; Santos, 2025). Assim, a Inteligência Artificial na psicoterapia configura-se como ferramenta potente e inovadora, capaz de ampliar acesso e personalização do cuidado, desde que utilizada de

forma ética, supervisionada e integrada à prática clínica centrada na relação humana, que permanece núcleo estruturante da Psicologia (Almeida *et al.*, 2025; Peixoto, 2025)

4. IA, Saúde Mental e Intervenções Digitais Personalizadas

A aplicação da Inteligência Artificial na saúde mental vem se consolidando como um campo promissor, especialmente no desenvolvimento de intervenções digitais personalizadas. Diferentemente de modelos padronizados de atendimento, os sistemas baseados em IA permitem análise contínua de dados comportamentais, respostas emocionais e padrões de uso, oferecendo suporte adaptado às necessidades específicas de cada usuário. Essa personalização representa avanço significativo na direção de cuidados mais individualizados (Souza *et al.*, 2025).

No contexto dos transtornos de ansiedade, ferramentas baseadas em algoritmos têm sido utilizadas para identificar gatilhos emocionais, monitorar frequência de sintomas e sugerir estratégias de enfrentamento baseadas em protocolos previamente estruturados. Essa abordagem permite acompanhamento mais frequente do estado emocional do usuário, favorecendo intervenções precoces e ajustadas ao perfil individual (Souza, 2018). No campo da depressão, sistemas inteligentes vêm sendo aplicados na detecção de padrões linguísticos associados a humor deprimido, utilizando processamento de linguagem natural para identificar indicadores de sofrimento psíquico. Embora tais ferramentas não substituam diagnóstico clínico, podem atuar como apoio no rastreamento inicial e no monitoramento longitudinal (Delgado, 2023).

A personalização das intervenções digitais também se beneficia do design centrado no humano, abordagem que prioriza necessidades, experiências e limitações dos usuários no desenvolvimento tecnológico. Essa perspectiva busca garantir que soluções baseadas em IA sejam acessíveis, compreensíveis e adequadas às realidades socioculturais dos pacientes (Souza *et al.*, 2025). A integração entre IA e intervenções digitais amplia possibilidades de acompanhamento contínuo, permitindo coleta de dados em tempo real sobre humor, padrões de sono e níveis de estresse. Essa dinâmica possibilita ajustes terapêuticos mais rápidos, potencializando eficácia das intervenções (Campelo; Barros; Cruz, 2024). Além das abordagens baseadas em texto e questionários estruturados, há avanços na utilização de IA em recursos multimodais, incluindo reconhecimento de voz e análise de expressões faciais. Essas ferramentas buscam ampliar capacidade de

identificação de alterações emocionais, ainda que permaneçam limitadas frente à complexidade da subjetividade humana (Santaella, 2023).

A musicoterapia mediada por inteligência artificial representa outro campo emergente, no qual algoritmos são utilizados para adaptar estímulos sonoros às necessidades emocionais do usuário. Estudos indicam que personalização musical pode contribuir para regulação emocional e redução de sintomas de ansiedade (Rineldi; Amaral; Santos, 2025). Entretanto, a automatização de intervenções psicológicas exige cautela quanto aos limites da interpretação algorítmica. Sistemas baseados em dados históricos podem não captar nuances contextuais ou singularidades subjetivas, o que reforça necessidade de supervisão profissional (Almeida *et al.*, 2025). A IA também tem sido utilizada em plataformas de psicoeducação, oferecendo conteúdos personalizados conforme perfil do usuário e estágio do tratamento. Essa estratégia pode favorecer maior engajamento e compreensão do processo terapêutico (Rocha; Santos, 2025).

No campo das intervenções autoguiadas, algoritmos adaptativos ajustam complexidade das atividades propostas conforme desempenho e respostas anteriores do usuário, criando experiência dinâmica de aprendizagem emocional (Rufino, 2020). Contudo, há preocupação crescente quanto ao risco de dependência excessiva de sistemas automatizados para suporte emocional. A interação frequente com agentes digitais pode gerar vínculos simbólicos que substituem, parcialmente, interações humanas reais (Chaves, 2025).

A literatura enfatiza que personalização tecnológica deve ser acompanhada de princípios éticos claros, garantindo transparência no uso de dados e consentimento informado quanto à coleta e processamento de informações sensíveis. Além disso, algoritmos precisam ser constantemente avaliados quanto à presença de vieses que possam impactar negativamente determinados grupos populacionais, reproduzindo desigualdades sociais existentes (Costa, 2023; Castro; Bomfim, 2020). A integração entre IA e saúde mental também levanta questões sobre confidencialidade e segurança das informações coletadas em aplicativos e plataformas digitais, exigindo protocolos robustos de proteção de dados (Campelo; Barros; Cruz, 2024).

Apesar dos desafios, a personalização proporcionada pela IA pode representar avanço relevante na prevenção de agravos psicológicos, possibilitando identificação precoce de padrões de risco (Delgado, 2023). No âmbito formativo, a utilização dessas tecnologias também contribui para treinamento de estudantes de Psicologia, que passam

a compreender limites e potencialidades da análise de dados aplicada à prática clínica (Peixoto, 2025). A perspectiva interdisciplinar é fundamental para desenvolvimento de intervenções digitais eficazes, integrando conhecimentos da Psicologia, Ciência da Computação e Ética aplicada (Schwartz; Wendt, 2026).

A IA pode atuar como facilitadora de acesso em contextos de escassez de profissionais, ampliando alcance de intervenções psicoeducativas e suporte inicial, especialmente em regiões remotas (Campelo; Barros; Cruz, 2024). Entretanto, é imprescindível reafirmar que tais tecnologias devem ser compreendidas como ferramentas complementares, e não substitutivas, da prática clínica fundamentada na relação humana (Almeida *et al.*, 2025). Dessa maneira, as intervenções digitais personalizadas baseadas em Inteligência Artificial representam caminho promissor para ampliação do cuidado em saúde mental, desde que articuladas a princípios éticos sólidos, supervisão profissional qualificada e compromisso permanente com centralidade da experiência humana no processo terapêutico (Souza *et al.*, 2025; Peixoto, 2025).

5. Impactos Éticos, Jurídicos e Profissionais da IA na Psicologia

A incorporação da Inteligência Artificial na prática psicológica impõe desafios éticos significativos, especialmente no que se refere à responsabilidade profissional diante de decisões mediadas por algoritmos. Ainda que sistemas inteligentes possam oferecer suporte analítico, a decisão clínica permanece sob responsabilidade do psicólogo, que não pode delegar integralmente seu julgamento técnico à tecnologia (Almeida *et al.*, 2025).

Um dos principais riscos apontados na literatura refere-se aos vieses algorítmicos. Sistemas de IA são treinados a partir de bases de dados que podem conter desigualdades estruturais, reproduzindo preconceitos sociais e impactando avaliações automatizadas em saúde mental (Castro; Bomfim, 2020). A presença de vieses pode afetar recomendações terapêuticas, classificação de risco ou identificação de sintomas, comprometendo equidade no atendimento psicológico. Por isso, a utilização dessas ferramentas exige monitoramento contínuo e análise crítica de seus resultados (Costa, 2023).

Do ponto de vista jurídico, a responsabilidade por eventuais danos decorrentes do uso inadequado da IA recai sobre o profissional que a emprega. A tecnologia não substitui

a obrigação ética e legal do psicólogo de agir com prudência, diligência e competência técnica (Viédes; Vasconcelos; Verati, 2025). A regulamentação profissional ainda se encontra em processo de adaptação frente às transformações tecnológicas, o que gera lacunas normativas sobre limites de atuação de sistemas automatizados no contexto clínico (Peixoto, 2025). Outro ponto crítico envolve transparência algorítmica. Muitos sistemas operam como “caixas-pretas”, dificultando compreensão sobre critérios utilizados na geração de determinadas respostas ou classificações, o que compromete rastreabilidade das decisões (Schwartz; Wendt, 2026). A ausência de explicabilidade plena nos modelos de IA pode fragilizar confiança do usuário e do profissional, exigindo desenvolvimento de tecnologias mais transparentes e auditáveis (Santaella, 2023).

No campo da proteção de dados, a utilização de IA implica coleta e processamento de informações sensíveis sobre saúde mental, o que demanda rigoroso cumprimento das legislações de proteção de dados e normas éticas específicas (Campelo; Barros; Cruz, 2024). O consentimento informado precisa contemplar explicitamente o uso de sistemas automatizados, esclarecendo limites, riscos e formas de armazenamento das informações coletadas (Almeida *et al.*, 2025). Há também preocupação quanto à substituição progressiva do trabalho humano por sistemas automatizados, especialmente em contextos de alta demanda e escassez de recursos. Tal cenário pode precarizar prática profissional se não houver regulamentação adequada (Costa, 2023).

A IA generativa intensifica debate sobre autoria e autenticidade das intervenções. Quando um sistema produz respostas terapêuticas, questiona-se quem detém responsabilidade ética pelo conteúdo apresentado (Peixoto, 2025). Além disso, interações com agentes virtuais podem gerar confusão quanto à natureza do vínculo estabelecido, levando usuários a atribuir características humanas a sistemas automatizados (Chaves, 2025). Essa dimensão relacional envolve riscos psicológicos, especialmente se usuários substituírem relações interpessoais reais por interações exclusivamente mediadas por IA (Rocha; Santos, 2025).

No âmbito profissional, a incorporação da IA exige atualização contínua, capacitando psicólogos para compreender funcionamento básico das ferramentas utilizadas e avaliar criticamente sua adequação (Peixoto, 2025). A formação ética deve incluir reflexão sobre impactos sociais da tecnologia, evitando adesão acrítica a soluções digitais motivadas apenas por eficiência ou redução de custos (Burani; Vieira, 2020). A literatura destaca que a tecnologia deve permanecer subordinada aos princípios

fundamentais da Psicologia, como respeito à dignidade humana, promoção do bem-estar e proteção contra danos. Também se faz necessário debate interdisciplinar envolvendo Direito, Ética e Tecnologia, a fim de construir marcos regulatórios capazes de acompanhar velocidade das inovações (Castro; Bomfim, 2020; Almeida *et al.*, 2025).

A análise crítica dos impactos da IA precisa considerar não apenas eficiência técnica, mas também implicações subjetivas e sociais do uso dessas ferramentas na saúde mental (Santaella, 2023). O futuro da Psicologia diante da IA dependerá da capacidade da categoria profissional de integrar inovação tecnológica sem comprometer valores humanísticos que sustentam prática clínica (Viédes; Vasconcelos; Verati, 2025). Portanto, os impactos éticos, jurídicos e profissionais da Inteligência Artificial na Psicologia exigem postura crítica, formação contínua e regulamentação consistente, garantindo que o avanço tecnológico seja conduzido com responsabilidade, transparência e compromisso inegociável com a dignidade e a singularidade do sujeito humano (Peixoto, 2025; Almeida *et al.*, 2025).

6. Relações Parassociais e Impactos Psicológicos das Interações com IA

O avanço da Inteligência Artificial na saúde mental não se limita ao apoio técnico ou à personalização de intervenções, mas também produz efeitos subjetivos significativos nas formas de interação entre usuários e sistemas digitais. A emergência de agentes virtuais capazes de simular diálogo humano favorece a construção de vínculos simbólicos que desafiam distinções tradicionais entre interação humana e interação tecnológica (Chaves, 2025). As chamadas relações parassociais, originalmente estudadas no contexto da mídia e das celebridades, passam a ser observadas também nas interações com sistemas baseados em IA. Usuários podem atribuir intencionalidade, empatia e compreensão a agentes virtuais, ainda que estes operem exclusivamente por meio de algoritmos (Santaella, 2023).

Essas interações ganham complexidade quando envolvem conteúdos emocionais sensíveis, como relatos de sofrimento psíquico ou pedidos de orientação terapêutica. A percepção de acolhimento por parte do sistema pode gerar sensação de proximidade afetiva, mesmo sem reciprocidade consciente (Chaves, 2025). Do ponto de vista psicológico, tal fenômeno pode ter efeitos ambíguos. Por um lado, a sensação de disponibilidade constante de um agente virtual pode reduzir sentimentos de solidão e

facilitar busca inicial por ajuda. Por outro, pode estimular dependência emocional de uma interação unilateral (Rocha; Santos, 2025). A simulação de empatia por sistemas de IA levanta questionamentos éticos e clínicos relevantes. Embora algoritmos possam reproduzir padrões linguísticos associados à escuta empática, não possuem vivência emocional nem intencionalidade subjetiva, o que delimita alcance real dessa experiência (Santaella, 2023).

Interações prolongadas com agentes digitais podem influenciar percepção de relacionamento e expectativa de resposta imediata, impactando forma como o indivíduo se relaciona com pessoas reais em contextos sociais e terapêuticos (Chaves, 2025). Em contextos de vulnerabilidade emocional, usuários podem recorrer prioritariamente a sistemas automatizados por considerarem-nos menos julgadores ou mais acessíveis, o que modifica dinâmica tradicional da busca por cuidado psicológico (Campelo; Barros; Cruz, 2024).

A literatura destaca que a experiência de “ser ouvido” por um agente virtual pode ter efeitos subjetivos reais, mesmo que o sistema não compreenda semanticamente o conteúdo da interação. Contudo, a ausência de responsabilidade moral e de compromisso ético intrínseco aos algoritmos impõe limites importantes. Diferentemente do profissional humano, o sistema não possui dever moral, apenas programação técnica (Schwartz; Wendt, 2026 Burani; Vieira, 2020). A construção de vínculos parassociais pode ser especialmente intensa em usuários com histórico de isolamento social ou dificuldades relacionais, o que exige reflexão sobre possíveis impactos a longo prazo (Chaves, 2025).

Do ponto de vista clínico, é fundamental que a utilização de IA em intervenções psicológicas esteja acompanhada de orientação clara sobre natureza da tecnologia, evitando confusão quanto à sua função e limites (Almeida *et al.*, 2025). A tendência à antropomorfização de sistemas digitais reforça necessidade de educação midiática e letramento tecnológico, capacitando usuários a compreenderem funcionamento básico das ferramentas utilizadas (Peixoto, 2025). A experiência subjetiva de interação com IA também pode produzir efeitos positivos, como sensação de autonomia no manejo de emoções por meio de exercícios estruturados e feedback automatizado (Souza *et al.*, 2025). Entretanto, há risco de simplificação excessiva de processos psíquicos complexos quando estes são traduzidos em fluxos automatizados de perguntas e respostas, desconsiderando singularidade da experiência humana (Santaella, 2023).

As interações humano-máquina no campo da saúde mental exigem abordagem interdisciplinar que considere aspectos psicológicos, éticos e tecnológicos simultaneamente (Schwartz; Wendt, 2026). Além disso, a crescente sofisticação dos sistemas pode tornar cada vez mais difícil distinguir entre diálogo humano e automatizado, ampliando desafios relacionados à transparência (Castro; Bomfim, 2020). A confiança depositada em sistemas de IA pode modificar percepção de autoridade e expertise, deslocando parcialmente referência do profissional humano para o algoritmo (Rocha; Santos, 2025). Nesse contexto, o papel do psicólogo permanece central como mediador crítico do uso da tecnologia, garantindo que ferramentas digitais não substituam relação terapêutica autêntica (Almeida *et al.*, 2025).

A análise das relações parassociais com IA revela que impacto dessas interações vai além da eficiência técnica, alcançando dimensões emocionais e simbólicas que precisam ser cuidadosamente consideradas (Chaves, 2025). Desse modo, compreender os impactos psicológicos das interações com Inteligência Artificial implica reconhecer tanto seu potencial de apoio quanto seus riscos subjetivos, reforçando necessidade de integração ética, crítica e humanizada dessas tecnologias na prática psicológica contemporânea (Peixoto, 2025; Santaella, 2023).

7. Perspectivas Futuras: IA, Formação Profissional e Novos Modelos de Cuidado

A consolidação da Inteligência Artificial na saúde mental aponta para um cenário em que a formação do psicólogo precisará incorporar de maneira estruturada conteúdos relacionados à tecnologia, ética digital e análise crítica de algoritmos. O domínio básico sobre funcionamento dos sistemas de IA não se trata de competência técnica periférica, mas de elemento central para garantir uso responsável e qualificado dessas ferramentas no exercício profissional. A ausência desse preparo pode gerar dependência acrítica da tecnologia ou utilização inadequada de recursos automatizados (Peixoto, 2025).

A formação acadêmica em Psicologia tende a ampliar diálogo interdisciplinar com áreas como Ciência da Computação, Ética aplicada e Direito digital. Esse movimento não implica tecnicização excessiva da prática, mas fortalecimento da capacidade crítica do futuro profissional diante de tecnologias emergentes. Compreender limites estruturais da IA é condição essencial para evitar atribuição indevida de autoridade ou autonomia decisória aos sistemas automatizados (Schwartz; Wendt, 2026). A expansão da IA

generativa introduz novos desafios para o ensino da prática clínica, uma vez que ferramentas capazes de produzir textos e simular interações terapêuticas passam a integrar o cotidiano acadêmico. O uso dessas tecnologias pode contribuir para treinamento e simulações supervisionadas, mas exige critérios éticos claros quanto à sua aplicação pedagógica (Zanquetta *et al.*, 2024).

No campo da prática clínica, os modelos híbridos de atendimento tendem a se fortalecer, combinando sessões presenciais, acompanhamento remoto e suporte digital automatizado entre encontros terapêuticos. A IA pode funcionar como instrumento de monitoramento contínuo e organização de dados, ampliando capacidade do psicólogo de acompanhar evolução emocional do paciente (Souza *et al.*, 2025). Esse modelo híbrido pressupõe integração equilibrada entre tecnologia e relação humana, evitando tanto tecnofobia quanto tecnofilia acrítica. A tecnologia deve ser compreendida como meio facilitador e não como substituta da escuta clínica fundamentada na singularidade do sujeito (Almeida *et al.*, 2025).

As perspectivas futuras também incluem desenvolvimento de sistemas cada vez mais personalizados, capazes de adaptar intervenções conforme perfil emocional, histórico clínico e padrões comportamentais do usuário. Essa personalização pode aumentar eficácia de intervenções digitais, desde que acompanhada de validação científica rigorosa (Campelo; Barros; Cruz, 2024). Entretanto, a expansão dessas tecnologias exige atualização constante das regulamentações profissionais, garantindo que marcos normativos acompanhem ritmo acelerado da inovação tecnológica. A ausência de regulamentação adequada pode gerar lacunas jurídicas e insegurança tanto para profissionais quanto para usuários (Castro; Bomfim, 2020).

O debate sobre ética da IA na Psicologia deve incluir reflexão sobre justiça algorítmica, transparência e accountability. Sistemas utilizados em contextos clínicos precisam ser auditáveis e passíveis de revisão, evitando decisões automatizadas opacas e potencialmente discriminatórias (Costa, 2023). A formação continuada dos profissionais já atuantes também se torna imprescindível, pois muitos ingressaram no mercado antes da consolidação dessas tecnologias. Programas de capacitação devem incluir análise crítica de ferramentas digitais e discussão sobre impactos subjetivos das interações humano-máquina (Peixoto, 2025). No campo das políticas públicas, a IA pode contribuir para ampliar acesso à saúde mental em regiões com déficit de profissionais, oferecendo suporte inicial e triagens automatizadas. Contudo, tais estratégias devem ser

acompanhadas por investimento em infraestrutura e supervisão profissional qualificada (Campelo; Barros; Cruz, 2024).

A tendência de incorporação da IA na saúde mental também suscita debates sobre redefinição do papel do psicólogo. Em vez de competir com a tecnologia, o profissional tende a assumir função estratégica de mediador crítico, responsável por integrar dados automatizados à compreensão clínica contextualizada (Rocha; Santos, 2025). Outro aspecto relevante refere-se à construção de cultura digital ética dentro da profissão. Psicólogos precisam desenvolver postura reflexiva diante das tecnologias, questionando interesses econômicos e implicações sociais associadas ao desenvolvimento de sistemas automatizados (Santaella, 2023).

A perspectiva futura da Psicologia digital também envolve fortalecimento do design centrado no humano, garantindo que sistemas de IA sejam desenvolvidos a partir de princípios de empatia, acessibilidade e respeito à diversidade cultural (Souza *et al.*, 2025). No campo da pesquisa, há necessidade de estudos longitudinais que avaliem impactos psicológicos de interações prolongadas com sistemas baseados em IA, especialmente em populações vulneráveis. A produção científica robusta será fundamental para orientar práticas responsáveis (Chaves, 2025). A interdisciplinaridade tende a se tornar eixo estruturante das inovações futuras, integrando saberes técnicos e humanísticos na construção de modelos de cuidado mais amplos e responsivos às demandas contemporâneas (Schwartz; Wendt, 2026).

A IA também pode contribuir para otimização administrativa de serviços psicológicos, organizando agendas, analisando dados de satisfação e apoiando gestão de processos, liberando tempo do profissional para atividades clínicas mais complexas (Rocha; Santos, 2025). Entretanto, o entusiasmo com inovação tecnológica não deve obscurecer riscos de mercantilização excessiva do cuidado em saúde mental. A centralidade do lucro em plataformas digitais pode conflitar com princípios éticos da Psicologia, exigindo vigilância institucional (Costa, 2023). O futuro da IA na Psicologia dependerá, em grande medida, da capacidade da categoria profissional de estabelecer limites claros, definindo onde termina o suporte tecnológico e onde começa a responsabilidade humana intransferível (Almeida *et al.*, 2025).

A construção de novos modelos de cuidado integrados à IA deve manter compromisso com dignidade, autonomia e singularidade do sujeito, reconhecendo que sofrimento psíquico não pode ser reduzido a padrões estatísticos (Santaella, 2023). Assim,

as perspectivas futuras indicam que a Inteligência Artificial poderá transformar significativamente os atendimentos psicológicos, desde que incorporada com prudência, fundamentação científica e compromisso ético. O desafio não reside em aceitar ou rejeitar a tecnologia, mas em integrá-la criticamente à prática profissional, preservando essência humanística da Psicologia enquanto se explora potencial inovador das ferramentas digitais (Peixoto, 2025; Almeida *et al.*, 2025).

8. Considerações Finais

A incorporação da Inteligência Artificial nos atendimentos psicológicos representa uma transformação estrutural na forma como o cuidado em saúde mental pode ser organizado, monitorado e ampliado. Ao longo do capítulo, evidenciou-se que a IA não deve ser compreendida como substituta do psicólogo, mas como ferramenta potencialmente complementar, capaz de apoiar processos diagnósticos, monitoramento de sintomas e ampliação do acesso ao cuidado. Essa integração, no entanto, exige análise crítica permanente sobre limites técnicos, éticos e epistemológicos da tecnologia.

Os avanços tecnológicos demonstram que sistemas baseados em IA podem contribuir para personalização de intervenções, organização de dados clínicos e desenvolvimento de plataformas autoguiadas com potencial de engajamento. Contudo, tais recursos não eliminam a necessidade da escuta qualificada, da interpretação clínica contextualizada e da compreensão da singularidade do sujeito, dimensões que permanecem essencialmente humanas.

Outro ponto central discutido refere-se aos riscos associados à automatização acrítica do cuidado psicológico. Vieses algorítmicos, opacidade dos sistemas e interesses mercadológicos podem comprometer qualidade e equidade das intervenções digitais. A responsabilidade profissional exige postura ativa diante dessas questões, garantindo que decisões clínicas não sejam delegadas integralmente a sistemas automatizados.

A formação profissional emerge como elemento estratégico para o futuro da Psicologia na era da IA. A inclusão de conteúdos relacionados à ética digital, funcionamento de algoritmos e análise crítica de tecnologias torna-se fundamental para que o psicólogo atue de forma consciente e responsável nesse novo cenário. O domínio conceitual sobre IA fortalece autonomia profissional e previne dependência tecnológica inadequada.

As evidências científicas apontam que intervenções digitais mediadas por IA podem apresentar resultados promissores em determinados contextos, especialmente quando estruturadas, supervisionadas e fundamentadas teoricamente. Ainda assim, a consolidação dessas práticas depende de pesquisas longitudinais robustas e validações contínuas que assegurem segurança e efetividade clínica.

O capítulo também destacou que a relação humano-máquina na saúde mental produz fenômenos subjetivos específicos, como vínculos parassociais e projeções emocionais sobre agentes virtuais. Esses aspectos ampliam a complexidade do cuidado psicológico mediado por tecnologia e demandam investigação ética e científica aprofundada. No campo das políticas públicas, a IA pode desempenhar papel relevante na redução de barreiras de acesso à saúde mental, especialmente em regiões com escassez de profissionais. Entretanto, sua implementação deve estar articulada a estratégias de supervisão profissional, proteção de dados e garantia de qualidade assistencial, evitando soluções simplificadas para problemas estruturais complexos.

A reflexão ética ocupa lugar central nesse debate, pois a utilização de IA na Psicologia envolve questões relacionadas à privacidade, autonomia, consentimento informado e responsabilidade profissional. A regulamentação precisa acompanhar o ritmo da inovação tecnológica, estabelecendo diretrizes claras que assegurem proteção ao usuário e segurança jurídica ao profissional.

Diante desse panorama, conclui-se que a Inteligência Artificial inaugura novas possibilidades para os atendimentos psicológicos, mas também impõe desafios significativos. O equilíbrio entre inovação tecnológica e compromisso humanístico constitui eixo fundamental para construção de modelos de cuidado éticos, sustentáveis e centrados na pessoa.

O futuro da Psicologia na era da IA dependerá da capacidade da profissão de integrar criticamente tecnologia e ciência psicológica, preservando a centralidade da escuta, da empatia e da singularidade humana. A IA pode ampliar horizontes do cuidado em saúde mental, desde que utilizada como instrumento a serviço do sujeito e não como substituto da presença clínica responsável e eticamente comprometida.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, Karolline Porfirio et al. Inteligência Artificial Na Psicoterapia: Fatores Geradores, Desafios E Limites. **PRÁXIS EM SAÚDE**, v. 3, n. 2, p. 01-09, 2025.
- BURANI, Gabriel Arruda; VIEIRA, Maria da Conceição Dal Bó. Educação, Psicologia e a Inteligência Artificial. **Revista Científica Intelletto**, v. 5, n. ESPECIAL, 2020.
- CAMPELO, Saynara Regina Bernardo; DE BARROS, Tafnes Andrade; CRUZ, Ann Caroline Nascimento. Desafios e perspectivas da inteligência artificial (IA) na atenção à saúde: revisão integrativa da literatura. **Revista Foco**, v. 17, n. 12, p. e7089-e7089, 2024.
- CASTRO, Bruno Fediuk; BOMFIM, Gilberto. A inteligência artificial, o direito e os vieses. **Revista Ilustração**, v. 1, n. 3, p. 31-45, 2020.
- CHAVES, A. Explorando o Impacto Psicológico das Interações Parassociais com Inteligência Artificial na Saúde Mental do Usuário. **SciELO Preprints**, 2025.
DOI: [10.1590/SciELOPreprints.12061](https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12061). Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/12061>. Acesso em: 15 fev. 2026.
- COSTA, Vanuza Pires. Inteligência artificial e advocacia: benefícios e malefícios das novas tecnologias na advocacia e o futuro da profissão no Brasil. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, p. 17-150, 2023.
- DAVIS-SRAMEK, Beth et al. Inteligência artificial em logística e gestão da cadeia de suprimentos: um guia básico e um roteiro para pesquisa Journal of Business Logistics. 2023; 44: 532–549. **Publicado em**, v. 29.
- DELGADO, Sabrinna. **Inteligência artificial aplicada no mapeamento de sintomas e tratamento de depressão, ansiedade e estresse**. 2023. 71 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento) - Universidade Nove de Julho, São Paulo.
- FERREIRA, Alessandro Cesar da Silva. A Psicologia Da Comunicação E A Aplicação Da Inteligência Artificial (Ia) Na Psicologia Clínica. **International Integralize Scientific**, v. 5, n. 52, 2025.
- PEIXOTO, Adriano de Lemos Alves. Inteligência artificial generativa e seu Impacto na formação e no exercício profissional da Psicologia. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 45, n. spe1, p. e298224, 2025.
- RINELDI, José Francisco Iatski; AMARAL, Hellen Tsuruda; DOS SANTOS, Hermes Soares. Musicoterapia e inteligência artificial: uma revisão integrativa. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 8, p. 2259-2279, 2025.
- ROCHA, Josimar Dos Santos; DOS SANTOS, Joyce Aparecida Ramos. Além Do Consultório: Perspectivas Sobre O Uso Da Tecnologia Na Psicologia. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 19, n. 3, p. 96-110, 2025.

RUFINO, Margarida Maria Lima. **Adesão, relação, e aprendizagem em psicoterapia autoguiada mhealth por um agente virtual com inteligência artificial**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa (Portugal).

SANTAELLA, Lucia. **A inteligência artificial é inteligente?**. Edições 70, 2023.

SCHWARTZ, Germano; WENDT, Emerson. **Dos Algoritmos à Inteligência Artificial**. Editora Mizuno, 2026.

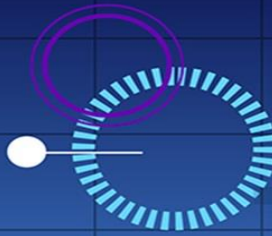
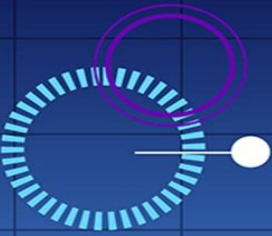
SOUZA, Emanuela Freitas et al. O uso da Inteligência Artificial aliada ao Design Centrado no Humano para intervenções tecnológicas na área de saúde mental: uma revisão sistemática. **DAT Journal**, v. 10, n. 2, p. 22-41, 2025.

SOUZA, Viviane Gonçalves de. Inteligência artificial: uma abordagem em transtornos de ansiedade. 2018. 59 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** - Graduação (Bacharel em Sistemas de Informação) - Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET - Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 2018.

VALE, Otamires Lopes et al. O uso da tecnologia como ferramenta de atendimento psicológico. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 18, n. 2, p. 153, 2025.

VIÉDES, Rodrigo Mendes; DE VASCONCELOS, Eveli Freire; VERATI, Guilherme Queiroz. Resenha: Inteligência Artificial e Psicologia. **Revista PsiPorã**, v. 2, n. 1, p. 93-98, 2025.

ZANQUETTA, Bruno et al. Avaliação de Assistentes Virtuais Baseados em Inteligência Artificial para Simulações de Atendimento Psicológico. In: **Escola Regional de Informática do Espírito Santo (ERI-ES)**. SBC, 2024. p. 61-70.



CAPÍTULO 12

PERSPECTIVAS FUTURAS DA SAÚDE DIGITAL NO BRASIL

Carla Michelle da Silva

Rogério Luis Souza Carvalho

Josué Moura Telles

Antônio Veimar da Silva

1. Introdução

A saúde digital no Brasil consolidou-se como um dos eixos estruturantes da modernização do Sistema Único de Saúde (SUS), especialmente após o período pandêmico, que evidenciou tanto fragilidades quanto potencialidades tecnológicas do sistema. A digitalização dos serviços, a integração de dados e a ampliação da teleassistência passaram a compor a agenda estratégica nacional, reposicionando a inovação tecnológica como elemento central para sustentabilidade e eficiência da gestão pública em saúde (Penteado *et al.*, 2023).

O avanço das tecnologias digitais no SUS não pode ser compreendido apenas como modernização instrumental, mas como transformação estrutural da forma de organizar o cuidado. Experiências desenvolvidas na Atenção Primária entre 2018 e 2022 demonstram que a incorporação de soluções digitais fortaleceu a coordenação do cuidado e ampliou a

capacidade de resposta do sistema em cenários críticos, reforçando a necessidade de continuidade e aperfeiçoamento dessas políticas (Soibelman; Fornazin; Albuquerque, 2025).

A pandemia de Covid-19 atuou como catalisador de processos que já estavam em curso, acelerando a implementação de telemedicina, monitoramento remoto e sistemas integrados de informação. Estudos apontam que o enfrentamento da crise sanitária exigiu a criação de ecossistemas tecnológicos capazes de integrar vigilância epidemiológica, gestão hospitalar e comunicação com a população, consolidando um modelo de inovação colaborativa entre governo, universidades e setor produtivo (Valentim *et al.*, 2021). Entretanto, a expansão da saúde digital também evidenciou desafios estruturais relevantes, como desigualdades regionais de acesso à conectividade, limitações de infraestrutura tecnológica e fragilidades na governança de dados. A digitalização em saúde, embora promissora, demanda investimentos contínuos e políticas públicas integradas que garantam universalidade e equidade, princípios fundantes do SUS (Spanhol *et al.*, 2025).

Além das questões estruturais, o processo de plataformização do Estado brasileiro introduz novas dinâmicas de gestão e controle informacional, ampliando debates sobre soberania digital, proteção de dados e regulação tecnológica. A incorporação de plataformas digitais na gestão pública em saúde exige modelos de governança que conciliem inovação, transparência e responsabilidade institucional (Rachid *et al.*, 2023). A consolidação da saúde digital também depende da formação de profissionais preparados para atuar em ambientes tecnologicamente complexos. A expansão de cursos e programas de pós-graduação voltados à saúde digital sinaliza o reconhecimento da necessidade de competências específicas, integrando conhecimento clínico, habilidades digitais e capacidade de gestão baseada em dados (Gaspar *et al.*, 2024).

Paralelamente, a incorporação de dispositivos digitais, monitoramento remoto e soluções de teleassistência amplia as possibilidades de cuidado contínuo, especialmente para populações vulneráveis, como idosos e pessoas com doenças crônicas. Essas tecnologias apontam para um modelo de saúde mais preventivo, conectado e centrado no paciente, embora ainda dependente de políticas estruturantes que assegurem seu acesso universal (Santos Neto *et al.*, 2024). Diante desse cenário, este capítulo tem como objetivo analisar as perspectivas futuras da saúde digital no Brasil, discutindo avanços consolidados, desafios estruturais, tendências tecnológicas emergentes e caminhos

possíveis para construção de um sistema de saúde mais integrado, equitativo e sustentável no contexto da transformação digital contemporânea (Bertotti; Blanchet, 2021).

2. Saúde Digital e Consolidação no SUS

A consolidação da saúde digital no Sistema Único de Saúde (SUS) representa um movimento estratégico que articula inovação tecnológica, gestão pública e ampliação do acesso aos serviços. A implementação de políticas nacionais voltadas à digitalização da saúde evidencia a compreensão de que a tecnologia não deve ser apenas instrumento auxiliar, mas componente estruturante do modelo assistencial brasileiro (Bertotti; Blanchet, 2021).

A Estratégia de Saúde Digital para o Brasil constitui marco orientador desse processo, propondo diretrizes para interoperabilidade, governança de dados e ampliação da conectividade nos serviços públicos. Essa estratégia busca fortalecer a integração entre níveis de atenção e consolidar uma infraestrutura tecnológica capaz de sustentar políticas de cuidado longitudinal e coordenado (Penteado *et al.*, 2023). No âmbito da Atenção Primária à Saúde, a digitalização tem desempenhado papel central na reorganização dos fluxos assistenciais. A incorporação de prontuários eletrônicos, teleconsultorias e sistemas de monitoramento ampliou a capacidade de acompanhamento populacional e fortaleceu a gestão territorial do cuidado (Soibelman; Fornazin; Albuquerque, 2025).

Experiências recentes indicam que a digitalização da Atenção Primária contribui para qualificação do registro clínico, redução de retrabalho e melhoria da comunicação entre equipes multiprofissionais. Esses avanços favorecem maior resolutividade do primeiro nível de atenção e aprimoram a coordenação com serviços especializados (Spanhol *et al.*, 2025). A integração entre sistemas de informação constitui um dos principais desafios para consolidação da saúde digital no SUS. A fragmentação histórica das bases de dados dificulta a construção de uma visão integrada do percurso do paciente, exigindo esforços contínuos para garantir interoperabilidade e padronização tecnológica (Sabbatini, 2014). Nesse contexto, a integração informacional é compreendida como requisito para efetivação do cuidado centrado no usuário. Sistemas interconectados possibilitam acesso ágil a dados clínicos, históricos terapêuticos e informações epidemiológicas, fortalecendo decisões clínicas e gerenciais baseadas em evidências (Valentim *et al.*, 2021).

A governança digital emerge como elemento estruturante desse processo, envolvendo definição de responsabilidades institucionais, protocolos de segurança e mecanismos de auditoria. A consolidação de uma política robusta de governança de dados é fundamental para assegurar transparência, proteção da informação e confiança social no uso das tecnologias (Rachid *et al.*, 2023). A plataformização do Estado brasileiro, especialmente na área da saúde, redefine a relação entre governo, tecnologia e sociedade. Plataformas digitais passam a mediar serviços públicos, reorganizando fluxos administrativos e ampliando possibilidades de monitoramento e avaliação em tempo real (Rachid *et al.*, 2023).

Esse movimento, contudo, exige equilíbrio entre inovação e regulação. A adoção de plataformas deve considerar princípios de soberania digital, proteção de dados sensíveis e garantia de acesso universal, evitando que a transformação tecnológica produza novas formas de exclusão social (Bertotti; Blanchet, 2021).

A consolidação da saúde digital no SUS também se relaciona à construção de ecossistemas tecnológicos regionais capazes de articular universidades, centros de pesquisa e serviços de saúde. Experiências exitosas durante a pandemia demonstraram que essa articulação fortalece respostas rápidas a crises sanitárias e amplia a capacidade de inovação pública (Valentim *et al.*, 2021). Além disso, a integração entre dados clínicos e informações epidemiológicas contribui para planejamento estratégico em saúde pública. A análise de grandes volumes de dados permite identificar padrões, antecipar demandas e subsidiar políticas baseadas em evidências científicas (Spanhol *et al.*, 2025).

A digitalização da Atenção Primária também favorece maior rastreabilidade das ações em saúde, possibilitando acompanhamento contínuo de indicadores assistenciais e administrativos. Essa característica fortalece mecanismos de avaliação e controle social, ampliando a transparência da gestão pública (Soibelman; Fornazin; Albuquerque, 2025). No entanto, persistem desafios relacionados à desigualdade de infraestrutura tecnológica entre regiões brasileiras. A expansão da conectividade ainda é condição indispensável para universalização dos benefícios da saúde digital, especialmente em áreas rurais e periferias urbanas (Leal, 2024). A consolidação do SUS digital depende também da capacitação contínua dos profissionais de saúde para utilização adequada das ferramentas tecnológicas. A formação em saúde digital torna-se componente essencial para garantir uso crítico e eficiente das plataformas implementadas (Gaspar *et al.*, 2024).

A interoperabilidade entre sistemas federais, estaduais e municipais é outro eixo estratégico. A ausência de integração plena pode comprometer a continuidade do cuidado e gerar redundâncias administrativas, exigindo investimentos em padronização técnica e governança cooperativa (Penteado *et al.*, 2023). A incorporação de tecnologias digitais na gestão em saúde amplia possibilidades de monitoramento remoto, vigilância epidemiológica e acompanhamento de indicadores em tempo real. Tais ferramentas contribuem para maior agilidade decisória e otimização de recursos públicos (Correia *et al.*, 2026).

Sob perspectiva futura, a consolidação da saúde digital no SUS exige visão sistêmica que articule infraestrutura, governança, formação profissional e participação social. A tecnologia, nesse cenário, deve estar alinhada aos princípios de universalidade, integralidade e equidade que fundamentam o sistema público brasileiro (Paschoalotto *et al.*, 2025). A saúde digital no SUS configura-se como processo em construção, marcado por avanços significativos, mas também por desafios estruturais e regulatórios. Sua consolidação dependerá da capacidade do Estado brasileiro de integrar inovação tecnológica, políticas públicas consistentes e compromisso social com a ampliação do acesso e da qualidade do cuidado (Bertotti; Blanchet, 2021).

3. Infraestrutura Digital e Inclusão Tecnológica

A consolidação da saúde digital no Brasil está diretamente condicionada à existência de uma infraestrutura tecnológica robusta e amplamente distribuída. A expansão da conectividade, especialmente por meio da internet banda larga, constitui elemento estruturante para viabilizar teleatendimentos, prontuários eletrônicos integrados e monitoramento remoto de pacientes. Sem conectividade adequada, a promessa de universalização da saúde digital torna-se limitada e desigual. As políticas de expansão da banda larga no Brasil têm avançado nos últimos anos, mas ainda enfrentam desafios relacionados à cobertura territorial e à qualidade do serviço. Regiões remotas, áreas rurais e comunidades periféricas continuam apresentando menor acesso à conectividade estável, o que impacta diretamente a implementação de soluções digitais em saúde (Leal, 2024).

A desigualdade regional de conectividade reflete disparidades socioeconômicas históricas que se projetam sobre o campo da saúde digital. A ausência de infraestrutura

adequada compromete a implementação de telemedicina, limita o uso de sistemas integrados e reforça barreiras de acesso aos serviços, especialmente para populações vulneráveis (Spanhol *et al.*, 2025). Nesse contexto, a inclusão tecnológica deve ser compreendida como dimensão indissociável da inclusão em saúde. Garantir acesso à internet de qualidade é, também, garantir acesso a consultas remotas, acompanhamento de doenças crônicas e acesso a informações qualificadas em saúde (DSilva; Vita, 2022).

Além da conectividade, a infraestrutura digital envolve a disponibilidade de equipamentos, servidores, sistemas interoperáveis e suporte técnico adequado. A ausência de investimentos contínuos nesses componentes compromete a sustentabilidade das iniciativas digitais implementadas no SUS (Penteado *et al.*, 2023). A interoperabilidade entre sistemas de informação emerge como requisito central para efetividade da saúde digital. Sistemas isolados e não integrados dificultam a circulação segura e eficiente de dados clínicos, prejudicando a continuidade do cuidado e a tomada de decisão baseada em evidências (Sabbatini, 2014). A integração de dados exige padrões técnicos comuns, protocolos de segurança e governança compartilhada entre diferentes níveis de gestão. Sem essas diretrizes, a multiplicidade de plataformas pode gerar fragmentação informacional, contrariando o princípio da integralidade do SUS (Bertotti; Blanchet, 2021).

Os dados abertos em saúde representam outro eixo estratégico para fortalecimento da infraestrutura digital. A disponibilização estruturada de informações públicas contribui para transparência, pesquisa científica e desenvolvimento de soluções inovadoras, ampliando a participação social no acompanhamento das políticas de saúde (Nicodemo, 2025). Entretanto, a abertura de dados deve ser acompanhada de mecanismos rigorosos de proteção da privacidade e da confidencialidade das informações sensíveis. A governança de dados torna-se, portanto, elemento essencial para equilibrar transparência, inovação e segurança (Rachid *et al.*, 2023). A universalização da saúde digital também depende da capacitação da população para utilização das ferramentas disponíveis. A inclusão tecnológica envolve não apenas acesso físico à internet, mas também letramento digital e habilidades para navegação segura em plataformas de saúde (Monte, 2025).

A expansão da infraestrutura digital precisa considerar ainda a sustentabilidade econômica dos investimentos realizados. Projetos isolados e sem planejamento de longo prazo tendem a gerar descontinuidade e desperdício de recursos públicos, enfraquecendo

a consolidação da saúde digital (Paschoalotto *et al.*, 2025). Experiências exitosas durante a pandemia demonstraram que ecossistemas tecnológicos articulados entre universidades, gestores públicos e setor privado podem acelerar a implantação de soluções digitais em saúde. Contudo, tais iniciativas exigem base estrutural sólida para manutenção após o período emergencial (Valentim *et al.*, 2021).

A inclusão tecnológica também dialoga com a redução das desigualdades sociais em saúde. Ao ampliar o acesso à informação e aos serviços digitais, cria-se a possibilidade de aproximar populações historicamente marginalizadas do sistema formal de cuidado (DSilva; Vita, 2022). No entanto, se a expansão digital ocorrer sem políticas públicas orientadas à equidade, corre-se o risco de aprofundar desigualdades existentes, criando uma “divisão digital” no interior do próprio sistema de saúde (Spanhol *et al.*, 2025).

A interoperabilidade, por sua vez, favorece maior eficiência administrativa e clínica, permitindo que dados acompanhem o usuário ao longo de diferentes níveis de atenção. Essa integração fortalece a coordenação do cuidado e reduz redundâncias em exames e procedimentos (Penteado *et al.*, 2023). A consolidação de uma infraestrutura digital nacional exige, portanto, planejamento estratégico articulado entre União, estados e municípios. A cooperação federativa é condição indispensável para padronização técnica e ampliação equitativa da conectividade (Bertotti; Blanchet, 2021).

Sob perspectiva futura, a universalização da saúde digital no Brasil dependerá da capacidade de integrar expansão de banda larga, interoperabilidade de sistemas e políticas de inclusão tecnológica. A tecnologia deve funcionar como instrumento de fortalecimento do SUS, e não como fator de exclusão (Paschoalotto *et al.*, 2025). Assim, a infraestrutura digital e a inclusão tecnológica configuram-se como bases estruturantes para o avanço sustentável da saúde digital no país. Somente com conectividade ampla, integração informacional e governança sólida será possível consolidar um modelo digital verdadeiramente universal, equitativo e alinhado aos princípios constitucionais do SUS (Penteado *et al.*, 2023).

4. Telemedicina, Wearables e Monitoramento Remoto

A telemedicina consolidou-se como uma das principais expressões da saúde digital no Brasil, ampliando o acesso aos serviços assistenciais e reorganizando fluxos tradicionais de atendimento. Durante e após a pandemia, a teleassistência deixou de ser

alternativa emergencial para tornar-se componente estruturante da coordenação do cuidado, especialmente em contextos de restrição geográfica ou mobilidade reduzida (Santos *et al.*, 2020). A teleassistência favorece a continuidade do acompanhamento clínico, permitindo que pacientes mantenham vínculo com equipes de saúde mesmo à distância. Essa modalidade fortalece a Atenção Primária como coordenadora do cuidado, ao integrar consultas remotas, monitoramento de condições crônicas e orientação preventiva (Soibelman; Fornazin; Albuquerque, 2025).

No âmbito da coordenação do cuidado, a telemedicina contribui para integração entre níveis assistenciais, reduzindo encaminhamentos desnecessários e ampliando a resolutividade da rede. A comunicação digital entre profissionais também facilita segunda opinião especializada e discussões clínicas interdisciplinares (Santos Neto *et al.*, 2024). O uso de dispositivos vestíveis, conhecidos como wearables, representa avanço significativo no monitoramento contínuo de parâmetros fisiológicos. Esses dispositivos permitem acompanhamento de frequência cardíaca, pressão arterial, níveis de oxigenação e padrões de sono, contribuindo para intervenções precoces e personalizadas (DSilva; Vita, 2022).

A incorporação de wearables amplia o conceito de cuidado contínuo, deslocando parte da vigilância clínica para o cotidiano do paciente. Essa integração entre tecnologia e rotina diária favorece modelo preventivo e proativo de atenção à saúde (Silva *et al.*, 2024). No caso de idosos e populações vulneráveis, o monitoramento remoto assume relevância ainda maior. A telemedicina associada a dispositivos vestíveis possibilita acompanhamento de doenças crônicas, prevenção de quedas e identificação precoce de descompensações clínicas, reduzindo internações evitáveis (Santos Neto *et al.*, 2024). A utilização de tecnologias digitais no cuidado ao idoso também fortalece a autonomia e amplia a sensação de segurança, especialmente para aqueles que vivem sozinhos ou em áreas de difícil acesso a serviços presenciais (DSilva; Vita, 2022).

Além do acompanhamento clínico, os sistemas de monitoramento remoto geram dados relevantes para planejamento em saúde pública. Informações agregadas podem subsidiar estratégias preventivas e políticas de gestão baseadas em evidências (Spanhol *et al.*, 2025). A integração entre telemedicina e sistemas de informação em saúde fortalece a rastreabilidade dos atendimentos e amplia a qualidade do registro clínico. A digitalização dos processos favorece auditoria, avaliação de desempenho e melhoria contínua dos serviços (Penteado *et al.*, 2023). Contudo, o avanço dessas tecnologias exige atenção à proteção de dados e à segurança da informação. O fluxo contínuo de dados

clínicos provenientes de dispositivos vestíveis demanda governança digital sólida e protocolos rigorosos de confidencialidade (Rachid *et al.*, 2023).

As tendências pós-pandemia indicam manutenção e expansão das modalidades remotas de atendimento. A experiência acumulada durante o período crítico evidenciou viabilidade técnica e aceitação social da telemedicina, consolidando-a como componente permanente da assistência (Spanhol *et al.*, 2025). Nesse cenário, a telemedicina passa a integrar modelos híbridos de cuidado, combinando atendimentos presenciais e remotos conforme necessidade clínica. Essa abordagem flexibiliza o acesso e otimiza recursos do sistema de saúde (Santos *et al.*, 2020).

O monitoramento remoto também dialoga com estratégias de enfrentamento a futuras emergências sanitárias. A existência de infraestrutura digital consolidada permite resposta mais ágil em situações de crise, reduzindo deslocamentos e protegendo populações vulneráveis (Felipe *et al.*, 2025). A consolidação dessas tecnologias depende, entretanto, de investimentos contínuos em conectividade e capacitação profissional. A formação adequada das equipes é condição essencial para utilização ética e eficiente das ferramentas digitais (Gaspar *et al.*, 2024). A expansão dos wearables e da teleassistência também promove mudança cultural na relação entre paciente e sistema de saúde. O usuário passa a assumir papel mais ativo no autocuidado, apoiado por tecnologias que fornecem feedback constante sobre sua condição clínica (Silva *et al.*, 2024). Entretanto, é necessário evitar que a digitalização amplie desigualdades existentes. A falta de acesso a dispositivos ou conectividade pode limitar os benefícios do monitoramento remoto para parcelas da população, exigindo políticas públicas orientadas à equidade (Bertotti; Blanchet, 2021).

As perspectivas futuras apontam para integração cada vez maior entre inteligência artificial, dispositivos vestíveis e sistemas públicos de saúde. A análise automatizada de dados poderá antecipar riscos clínicos e apoiar decisões terapêuticas mais precisas (Spanhol *et al.*, 2025). Contudo, telemedicina, wearables e monitoramento remoto configuram-se como pilares da saúde digital contemporânea no Brasil. Sua consolidação pós-pandemia indica transição para modelo de cuidado mais conectado, preventivo e centrado no paciente, desde que sustentado por políticas públicas inclusivas e infraestrutura tecnológica adequada (Santos Neto *et al.*, 2024).

5. Formação Profissional e Educação em Saúde Digital

A consolidação da saúde digital no Brasil depende, de forma decisiva, da qualificação dos profissionais que atuam no Sistema Único de Saúde. A transformação tecnológica em curso exige competências que ultrapassem o domínio clínico tradicional, incorporando habilidades digitais, capacidade de análise de dados e compreensão crítica sobre o uso ético das tecnologias em saúde (Gaspar *et al.*, 2024). O avanço da Estratégia de Saúde Digital para o Brasil evidencia que a formação profissional não pode permanecer alheia às mudanças estruturais no modelo assistencial. A integração de tecnologias na prática clínica demanda currículos atualizados, capazes de articular ciência, tecnologia e gestão, preparando profissionais para ambientes digitais complexos (Penteado *et al.*, 2023).

Nos programas de pós-graduação *stricto sensu*, observa-se crescimento de linhas de pesquisa voltadas à saúde digital, à informática em saúde e à gestão baseada em dados. Esse movimento indica reconhecimento institucional da necessidade de produzir conhecimento científico capaz de sustentar políticas públicas digitais e orientar decisões clínicas e administrativas no SUS (Modesto *et al.*, 2023). A formação em saúde digital não se limita ao domínio técnico de plataformas e softwares, mas envolve compreensão crítica sobre governança de dados, interoperabilidade e segurança da informação. Profissionais precisam estar preparados para atuar em contextos nos quais o cuidado é mediado por sistemas interconectados e decisões são cada vez mais apoiadas por tecnologias digitais (Sabbatini, 2014).

Na graduação em saúde, a inserção de conteúdos relacionados à telemedicina, prontuários eletrônicos e análise de dados ainda ocorre de forma heterogênea no território nacional. A consolidação da saúde digital exige diretrizes curriculares mais alinhadas às transformações tecnológicas que impactam o cotidiano assistencial (Gaspar *et al.*, 2024). A educação permanente em saúde assume papel estratégico nesse cenário, especialmente para profissionais já inseridos no sistema público. A atualização contínua permite adaptação às novas ferramentas digitais, reduzindo resistências e promovendo uso qualificado das tecnologias implementadas. O e-learning e as plataformas digitais de ensino têm ampliado o alcance das ações formativas, permitindo capacitação em larga escala, inclusive em regiões com menor oferta de cursos presenciais. Essa modalidade

favorece democratização do acesso à formação em saúde digital, desde que acompanhada por políticas de inclusão tecnológica (Monte, 2025).

A liderança do enfermeiro e de outros profissionais estratégicos na implementação de tecnologias digitais destaca-se como tendência relevante. A articulação entre prática assistencial, gestão e inovação tecnológica fortalece o protagonismo das equipes multiprofissionais na consolidação do SUS digital (Lapão, 2020). A integração entre tecnologia e prática clínica também demanda desenvolvimento de competências comunicacionais e éticas. A utilização de sistemas digitais altera fluxos de trabalho e exige capacidade de interpretar informações em tempo real, sem perder de vista a centralidade do cuidado humanizado (Spanhol *et al.*, 2025).

A formação interprofissional ganha novo significado na era digital, pois sistemas integrados exigem colaboração entre médicos, enfermeiros, gestores, profissionais de tecnologia da informação e pesquisadores. A saúde digital amplia a necessidade de trabalho colaborativo mediado por plataformas compartilhadas (Pott; Junior, 2019). A experiência da pandemia evidenciou lacunas formativas relacionadas ao uso de telemedicina e monitoramento remoto. Muitos profissionais precisaram aprender, de forma acelerada, a utilizar ferramentas digitais, o que reforça a importância de incorporar essas competências de maneira estruturada na formação inicial e continuada (Valentim *et al.*, 2021). A consolidação de ecossistemas tecnológicos regionais também depende da articulação entre universidades, centros de inovação e serviços de saúde. A formação orientada para inovação pode estimular desenvolvimento de soluções adaptadas às realidades locais do SUS (Correia *et al.*, 2026).

A análise crítica das tecnologias digitais deve integrar os currículos, prevenindo uso acrítico ou excessivamente tecnicista das ferramentas disponíveis. A formação em saúde digital precisa promover equilíbrio entre inovação e reflexão ética, assegurando que a tecnologia permaneça a serviço do cuidado (Rachid *et al.*, 2023). A alfabetização em dados, ou data literacy, torna-se competência essencial para profissionais que atuam em ambientes informatizados. A capacidade de interpretar indicadores, dashboards e relatórios digitais contribui para decisões clínicas mais precisas e gestão mais eficiente (Penteado *et al.*, 2023).

Além das competências técnicas, a formação em saúde digital envolve compreensão das desigualdades estruturais que atravessam o território brasileiro. Profissionais precisam reconhecer que o acesso às tecnologias é desigual e que políticas

inclusivas são necessárias para garantir equidade no cuidado (Bertotti; Blanchet, 2021). A expansão da saúde digital também desafia modelos tradicionais de supervisão e avaliação do desempenho profissional. Plataformas digitais possibilitam monitoramento em tempo real de indicadores assistenciais, exigindo preparo para lidar com métricas e sistemas de avaliação baseados em dados (Spanhol *et al.*, 2025). O fortalecimento da pesquisa em saúde digital contribui para consolidação de práticas baseadas em evidências. A produção científica nacional nessa área amplia a autonomia tecnológica do país e fortalece capacidade de formulação de políticas públicas adaptadas à realidade brasileira (Modesto *et al.*, 2023).

A formação profissional precisa ainda incorporar discussões sobre soberania digital e dependência tecnológica. A escolha de plataformas, softwares e modelos de gestão influencia diretamente a autonomia do sistema público e sua capacidade de inovação sustentável (Rachid *et al.*, 2023). A consolidação da saúde digital no Brasil está intrinsecamente ligada à formação crítica, técnica e ética dos profissionais de saúde. Investir em educação digital, pesquisa e capacitação permanente não é apenas estratégia pedagógica, mas condição estrutural para construção de um SUS mais resiliente, integrado e capaz de responder aos desafios contemporâneos da transformação tecnológica (Paschoalotto *et al.*, 2025).

6. Ecossistemas Tecnológicos e Inovação em Saúde

A consolidação da saúde digital no Brasil exige a construção de ecossistemas tecnológicos articulados, capazes de integrar universidades, centros de pesquisa, startups, setor produtivo e o Sistema Único de Saúde. Essa integração favorece a produção de soluções inovadoras alinhadas às necessidades reais do território, evitando importação acrítica de tecnologias desconectadas da realidade nacional (Valentim *et al.*, 2021). A articulação entre academia e SUS fortalece a produção científica aplicada, promovendo desenvolvimento de ferramentas digitais que respondam a desafios concretos da gestão pública em saúde. Quando a pesquisa dialoga diretamente com o sistema assistencial, amplia-se a capacidade de transformar conhecimento em políticas efetivas (Penteado *et al.*, 2023).

As startups de tecnologia em saúde, por sua vez, desempenham papel relevante na criação de soluções ágeis, adaptáveis e centradas no usuário. A aproximação entre essas

iniciativas e o SUS pode acelerar processos de inovação, desde que haja regulação adequada e compromisso com princípios de equidade e universalidade (Correia *et al.*, 2026). Ecossistemas regionais de inovação emergem como estratégias promissoras para reduzir desigualdades territoriais. Ao fortalecer polos tecnológicos locais, estimula-se desenvolvimento de soluções contextualizadas, capazes de considerar especificidades demográficas, epidemiológicas e socioeconômicas de cada região (Spanhol *et al.*, 2025). A construção desses ecossistemas depende de governança colaborativa, financiamento sustentável e políticas públicas orientadas à inovação. A ausência de articulação institucional pode fragmentar esforços e comprometer continuidade de projetos estratégicos (Bertotti; Blanchet, 2021).

Durante a pandemia de Covid-19, experiências regionais demonstraram que a integração entre universidades, gestores públicos e empresas de tecnologia foi decisiva para implementação de sistemas de monitoramento, plataformas de informação e estratégias digitais de enfrentamento da crise (Valentim *et al.*, 2021). A resiliência do SUS diante de crises sanitárias está diretamente associada à capacidade de mobilizar rapidamente infraestrutura digital e inteligência estratégica. Sistemas integrados de informação permitiram monitoramento epidemiológico em tempo real, subsidiando decisões baseadas em evidências (Paschoalotto *et al.*, 2025).

A inteligência estratégica em saúde envolve análise de grandes volumes de dados para antecipação de demandas e planejamento eficiente de recursos. A gestão baseada em dados amplia capacidade preditiva do sistema, reduzindo improvisações e fortalecendo respostas estruturadas a emergências (Sabbatini, 2014). A utilização de dashboards, indicadores digitais e plataformas integradas de monitoramento transforma a gestão hospitalar e a administração pública em saúde. A visualização em tempo real de informações assistenciais favorece tomada de decisão mais rápida e fundamentada (Penteado *et al.*, 2023). Contudo, a inovação tecnológica deve ser acompanhada por reflexão ética e regulatória. Ecossistemas digitais precisam operar sob princípios de transparência, proteção de dados e responsabilidade institucional, evitando dependência excessiva de soluções privadas não alinhadas ao interesse público (Rachid *et al.*, 2023).

A integração entre universidades e SUS também contribui para formação de profissionais com perfil inovador. Projetos de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico ampliam capacidade de transformar desafios assistenciais em oportunidades de inovação (Modesto *et al.*, 2023). Os ecossistemas tecnológicos fortalecem ainda a

soberania digital do país, ao incentivar desenvolvimento interno de soluções e reduzir dependência de tecnologias estrangeiras. Essa autonomia é estratégica para sustentabilidade do sistema público de saúde no longo prazo (Bertotti; Blanchet, 2021). A inovação em saúde não se limita a tecnologias complexas, mas inclui aprimoramento de processos organizacionais e integração de sistemas já existentes. A digitalização de fluxos administrativos e clínicos pode gerar ganhos significativos de eficiência e qualidade assistencial (Correia *et al.*, 2026).

A criação de ambientes regulatórios favoráveis à inovação, como sandboxes regulatórios e parcerias público-privadas transparentes, pode estimular desenvolvimento tecnológico alinhado aos princípios do SUS. Contudo, tais iniciativas devem preservar o controle público sobre dados e decisões estratégicas (Rachid *et al.*, 2023). A gestão baseada em dados também fortalece o controle social e a transparência das políticas públicas. A disponibilização estruturada de informações amplia participação da sociedade na avaliação do desempenho do sistema de saúde (Nicodemo, 2025). Em cenários de futuras crises sanitárias, a existência de ecossistemas tecnológicos consolidados poderá reduzir tempo de resposta e ampliar coordenação interinstitucional. A experiência recente demonstra que inovação colaborativa é elemento-chave para enfrentamento de emergências complexas (Valentim *et al.*, 2021).

A sustentabilidade desses ecossistemas depende de investimentos contínuos em pesquisa, infraestrutura digital e formação profissional. Inovação não pode ser episódica ou reativa, mas precisa integrar planejamento estratégico de longo prazo do SUS (Paschoalotto *et al.*, 2025). Assim, ecossistemas tecnológicos e inovação em saúde configuram-se como pilares para construção de um SUS mais resiliente, inteligente e preparado para desafios contemporâneos. A integração entre universidades, startups e gestão pública, associada ao uso estratégico de dados, aponta para modelo de saúde digital capaz de articular eficiência, equidade e sustentabilidade (Penteado *et al.*, 2023).

7. Desafios Éticos, Regulatórios e Sustentabilidade do Modelo

A consolidação da saúde digital no Brasil impõe desafios éticos e regulatórios que ultrapassam questões técnicas de implementação. A digitalização do cuidado envolve circulação massiva de dados sensíveis, exigindo estruturas sólidas de governança que garantam confidencialidade, integridade e uso responsável das informações em saúde

(Bertotti; Blanchet, 2021). A governança de dados constitui elemento central nesse cenário, pois define responsabilidades institucionais, protocolos de segurança e mecanismos de auditoria. Sem regras claras, a expansão tecnológica pode comprometer direitos fundamentais e fragilizar a confiança da população no sistema público (Rachid *et al.*, 2023).

A soberania digital emerge como preocupação estratégica diante da dependência de plataformas e soluções desenvolvidas por grandes corporações tecnológicas. A escolha de sistemas informacionais influencia diretamente autonomia do Estado brasileiro na gestão de dados e políticas públicas de saúde (Rachid *et al.*, 2023). A plataformização do Estado redefine a forma como serviços públicos são ofertados e mediados por tecnologias digitais. No campo da saúde, plataformas passam a estruturar fluxos assistenciais, registros clínicos e comunicação com usuários, ampliando eficiência, mas também concentrando poder informacional (Penteado *et al.*, 2023).

Esse processo exige reflexão sobre papel do Estado na regulação e no controle das infraestruturas digitais. A delegação excessiva de funções estratégicas a atores privados pode gerar assimetrias de poder e comprometer princípios constitucionais do SUS (Bertotti; Blanchet, 2021). Além da governança, a sustentabilidade financeira do modelo digital constitui desafio relevante. A implementação de sistemas interoperáveis, manutenção de servidores, atualização tecnológica e capacitação profissional demandam investimentos contínuos e planejamento orçamentário de longo prazo (Paschoalotto *et al.*, 2025). Projetos digitais fragmentados e sem continuidade podem gerar desperdício de recursos públicos e desarticulação institucional. A sustentabilidade tecnológica depende de estratégias integradas que considerem ciclo de vida das soluções implementadas (Spanhol *et al.*, 2025).

A obsolescência rápida de tecnologias digitais também impõe necessidade de atualização constante de infraestrutura e competências. A ausência de políticas de renovação tecnológica pode comprometer qualidade e segurança dos serviços ofertados (Sabbatini, 2014). Os riscos éticos associados à ampliação do uso de dados em saúde incluem discriminação algorítmica, uso indevido de informações e decisões automatizadas pouco transparentes. A incorporação de inteligência artificial e sistemas preditivos exige regulação criteriosa e mecanismos de supervisão humana (Rachid *et al.*, 2023).

Outro ponto crítico refere-se à ampliação das desigualdades sociais decorrentes da exclusão digital. Populações sem acesso à internet ou dispositivos adequados podem ser marginalizadas em um sistema progressivamente digitalizado, o que contraria o princípio da equidade (Spanhol *et al.*, 2025). A expansão da telemedicina e do monitoramento remoto, embora amplie acesso, pode gerar barreiras adicionais para usuários com baixa alfabetização digital. Políticas públicas devem incorporar estratégias de inclusão tecnológica e educação digital para evitar aprofundamento de assimetrias (DSilva; Vita, 2022). A sustentabilidade do modelo digital também envolve proteção ambiental e responsabilidade social na produção e descarte de equipamentos tecnológicos. A transformação digital em saúde deve considerar impactos ambientais associados à infraestrutura tecnológica (Paschoalotto *et al.*, 2025).

No campo regulatório, é necessário atualizar marcos legais para acompanhar ritmo acelerado da inovação tecnológica. Normativas claras sobre uso de dados, teleassistência e plataformas digitais fortalecem segurança jurídica e previsibilidade institucional (Bertotti; Blanchet, 2021). A cooperação federativa constitui outro desafio regulatório relevante. A articulação entre União, estados e municípios é fundamental para padronização técnica e harmonização de políticas digitais em todo o território nacional (Penteado *et al.*, 2023). A transparência na gestão de dados e algoritmos utilizados em políticas públicas digitais fortalece controle social e accountability. A participação da sociedade civil no debate sobre governança digital contribui para construção de modelo mais democrático e responsável (Nicodemo, 2025).

A consolidação da saúde digital exige equilíbrio entre inovação e prudência regulatória. A busca por eficiência tecnológica não pode se sobrepor à proteção de direitos fundamentais e à preservação dos princípios do SUS (Rachid *et al.*, 2023). Sob perspectiva estratégica, a sustentabilidade do modelo digital dependerá da capacidade do Estado brasileiro de investir em infraestrutura, formação profissional e governança de dados de maneira integrada. A ausência de visão sistêmica pode comprometer avanços conquistados nos últimos anos (Paschoalotto *et al.*, 2025). Os desafios éticos, regulatórios e de sustentabilidade configuram-se como dimensões estruturantes da saúde digital no Brasil. A consolidação de um modelo tecnológico robusto, inclusivo e soberano exigirá articulação entre inovação, responsabilidade pública e compromisso com a equidade no acesso ao cuidado (Bertotti; Blanchet, 2021).

8. Considerações Finais

A análise das perspectivas futuras da saúde digital no Brasil evidencia um cenário de transformação estrutural em curso, marcado pela consolidação da telemedicina, expansão dos sistemas de informação, fortalecimento da Atenção Primária digital e crescente integração entre dados clínicos e gestão estratégica. As tendências emergentes apontam para um modelo de cuidado cada vez mais conectado, preventivo e orientado por evidências, no qual tecnologias como monitoramento remoto, plataformas integradas e análise de dados assumem papel central na organização do sistema de saúde.

Entretanto, os avanços observados convivem com limitações estruturais relevantes, especialmente relacionadas à desigualdade regional de conectividade, à fragmentação de sistemas informacionais e à necessidade de investimentos contínuos em infraestrutura tecnológica. A consolidação da saúde digital não depende apenas da incorporação de novas ferramentas, mas da capacidade de superar gargalos históricos que ainda impactam a equidade no acesso aos serviços. Nesse contexto, torna-se imprescindível a formulação e implementação de políticas públicas integradas que articulem expansão da banda larga, interoperabilidade de sistemas, governança de dados e financiamento sustentável. A Estratégia de Saúde Digital para o Brasil representa avanço significativo, mas sua efetividade depende de planejamento federativo coordenado e compromisso político de longo prazo.

A formação profissional emerge como eixo estratégico para sustentação do modelo digital. Profissionais capacitados em competências digitais, análise crítica de dados e uso ético de tecnologias são fundamentais para garantir que a inovação permaneça alinhada aos princípios do SUS. Investir em educação permanente e pesquisa aplicada fortalece autonomia tecnológica do país e amplia capacidade de resposta do sistema diante de desafios futuros.

As perspectivas para a saúde digital no Brasil apontam para construção de um sistema mais integrado, resiliente e centrado no cidadão. A tecnologia, quando orientada por princípios de equidade, transparência e responsabilidade social, pode fortalecer a universalidade do SUS e ampliar qualidade do cuidado. A consolidação de uma saúde digital sustentável exigirá articulação entre inovação, regulação ética e compromisso público com a inclusão social, assegurando que a transformação tecnológica contribua para redução, e não ampliação, das desigualdades em saúde.

Referências Bibliográficas

- BERTOTTI, Bárbara Mendonça; BLANCHET, Luiz Alberto. Perspectivas e desafios à implementação de Saúde Digital no Sistema Único de Saúde: Perspectives and challenges to the implementation of Digital Health in the Unified Health System. **International Journal of Digital Law**, v. 2, n. 3, p. 93-111, 2021.
- CASTRO, Cristiana Justimiano Garcia; ALMEIDA, Rodrigo Vieira. Odontologia Digital: Avanços Tecnológicos, Precisão Clínica E Perspectivas Futuras. **REVISTA FOCO**, v. 18, n. 12, p. e11050-e11050, 2025.
- CORREIA, Alex Felipe et al. Gestão Em Saúde E A Aplicabilidade Das Tecnologias Digitais No Sistema Único De Saúde (Sus): Potencialidades, Limitações E Tendências Futuras. **Revista DCS**, v. 23, n. 86, p. e4168-e4168, 2026.
- DSILVA, Fabiano Fernando; VITA, Jonathan Barros. Wearables, telemedicina e futuro da saúde no Brasil: novas tendências em tecnologias de saúde para enfrentamento de pandemias. **Humanidades & Inovação**, v. 9, n. 19, p. 195-211, 2022.
- FELIPE, Márcio Gonçalves et al. O Meio Ambiente Digital No Combate À Pandemias. Experiências Com O Covid-19 E Perspectivas Futuras. **Alumni Pós-Graduação Unisanta**, v. 1, n. 1, p. 1-27, 2025.
- GASPAR, Juliano de Souza et al. Ensino de Saúde Digital no Brasil: estado da arte dos Programas de Pós-graduação Stricto Sensu. **Journal of Health Informatics**, v. 16, n. Especial, 2024.
- LAPÃO, Luís Velez. A Enfermagem do futuro: combinando saúde digital e a liderança do enfermeiro. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 28, p. e3338, 2020.
- LEAL, Andrei. Políticas de expansão da internet banda larga no Brasil e em Portugal: análise e perspectivas futuras. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, v. 6, p. 167-213, 2024.
- MODESTO, Luzineide de Jesus Bezerra et al. Prospecção de cursos em saúde digital no Brasil. **Journal of Health Informatics**, v. 15, n. Especial, 2023.
- MONTE, Cidália Alves. O E-Learning No Brasil: Contribuições, Desafios E Perspectivas Futuras. **Revista Acadêmica Online**, v. 11, n. 55, p. e438-e438, 2025.
- NICODEMO, Thiago Lima. Dados abertos de pesquisa no Brasil: Diagnóstico e perspectivas futuras. **Ciência e Cultura**, v. 77, n. 1, p. 33-41, 2025.
- PASCHOALOTTO, Marco Antonio Catussi et al. Avanços, desafios e perspectivas futuras para a resiliência do SUS. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 30, p. e22072024, 2025.
- PENTEADO, Bruno Elias et al. A digitalização em saúde sob os marcos da Estratégia de Saúde Digital para o Brasil. **Revista Fronteiras**, v. 25, n. 1, 2023.

POTT, Eveline Tonelotto Barbosa; JUNIOR, Henrique Pott. Mapeando os estudos sobre educação médica no Brasil: tendências e perspectivas. **Revista Sustinere**, v. 7, n. 1, p. 132-152, 2019.

RACHID, Raquel et al. Saúde digital e a plataformização do Estado brasileiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, p. 2143-2153, 2023.

SABBATINI, Renato ME. Tendências e perspectivas para os sistemas de informação na saúde. **Brasil. Ministério da Saúde. Por que GESITI**, p. 507-23, 2014.

SANTOS NETO, José Mateus dos et al. Telemedicina na assistência à saúde do idoso e perspectivas para a coordenação do cuidado digital no Brasil. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 1, p. 1074-1084, 2024.

SANTOS, Weverson Soares et al. Reflexões acerca do uso da telemedicina no Brasil: oportunidade ou ameaça?. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde**, v. 9, n. 3, p. 433-453, 2020.

SILVA, Marcos Fernandes et al. A era dos dispositivos digitais na promoção da saúde: conectando o cuidado. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 5, p. 1260-1288, 2024.

SOIBELMAN, Gustavo; FORNAZIN, Marcelo; ALBUQUERQUE, Mariana Vercesi. Saúde digital na Atenção Primária à Saúde no Brasil: experiências desenvolvidas no Sistema Único de Saúde entre 2018 e 2022. **Saúde em Debate**, v. 49, p. e10000, 2025.

SPANHOL, Richard Oliveira et al. Uma revisão de literatura sobre saúde digital no Brasil pós-pandemia: avanços, limitações e perspectivas futuras. **Cadernos Cajuína**, v. 10, n. 5, p. e1411-e1411, 2025.

VALENTIM, Ricardo Alexsandro de Medeiros et al. A relevância de um ecossistema tecnológico no enfrentamento à Covid-19 no Sistema Único de Saúde: o caso do Rio Grande do Norte, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, p. 2035-2052, 2021.

ZAHER, Célia Ribeiro; PACKER, Abel Laerte. O desenvolvimento da informação em saúde na América Latina e Caribe e perspectivas futuras. **Ciência da Informação**, v. 22, n. 3, 1993.

CURRÍCULO DOS ORGANIZADORES

Antônio Veimar da Silva



Doutor em Agronomia (UFPB). Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UNICSUL). Especialista em Gestão Escolar; Psicopedagogia Clínica e Institucional; ABA – Análise do Comportamento Aplicado (Faculdade Prominas); Engenharia de Segurança no Trabalho (Faculdade Unica); Ensino de Matemática (FINON); Docência do Ensino Superior (ISEPRO); Fitotecnia (IFPI) e Proteção de Plantas (UFV). Graduado em Pedagogia (UFPI), Matemática e Engenharia Agrônômica (UESPI). Graduando em Psicologia (FAMEP). Atualmente é professor. E-mail: veimar74185@gmail.com.

Carla Michelle da Silva



Doutora em Fitotecnia (UFV). Mestre em Agronomia/Fitotecnia (UFPI). Especialista em Gestão Ambiental (FINOM), Biologia e Química (URCA), Consultoria e Licenciamento Ambiental (Faculdade Unica de Ipatinga) e Geoprocessamento e Georreferenciamento (Faculdade INESP). Graduada em Ciências Biológicas (Universidade Iguazu), Engenharia Agrônômica (UESPI) e Pedagogia (Faculdade Unica de Ipatinga). Atualmente é diretora do Instituto Educacional Invictus. E-mail: carlinha.picos@gmail.com. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4723228892619038>

Daniela da Silva Barboza Gregório



Discente do curso de Odontologia (UniBRAS). Atualmente vinculada a instituição de ensino superior no município de Presidente Prudente – SP. E-mail: daniela.dani.gregorio.gregorio@gmail.com.

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6237650608880289>

CURRÍCULO DOS AUTORES

- **Francisco Carneiro da Silva**

Especialista em Psicologia Jurídica (FIB), Gestão de Recursos Ambientais (IFPI) e Docência para Educação Profissional e Tecnológica (IFPI). Bacharel em Psicologia (UFPI). Licenciado em Docência na Educação Profissional Técnica (IFPI). Atualmente Mestrando no Programa de Pós Graduação em Psicologia da Universidade Federal do Delta do Parnaíba (PPGPsi/UFDPar). E-mail: fco_psicologocc@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7973985895408659>

- **Gerson Menezes Velloso**

Mestre em Administração (UNAMA). Especialização em Terapia Intensiva (AVM). Especialização em Psicanálise (Faculdade Futura). MBA Executivo em Gestão Hospitalar (PROMINAS). Graduado em Enfermagem (UNIFENAS). Graduado em Filosofia (UNISUL). Atualmente é Profissional de Enfermagem da Rede FHEMIG e Servidor Público do Poder Executivo Federal lotado na UFMG. E-mail: gersonveloso.rj@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9857554626350276>.

- **Josué Moura Telles**

Médico, mestrando em Saúde da Família pelo programa PROFSAUDE (UFT). Pós graduado em Docência no Ensino Superior e Saúde Pública (Universidade Pitágoras Anhanguera). Bacharel em Medicina (Unitpac Afya Araguaína). Atualmente é professor efetivo Assistente Nível 1 do curso de Medicina da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) e Professor Auxiliar do curso de medicina do Unitpac. Email: josue.telles@ufnt.edu.br. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5044931469654161>

- **Leandro Paim da Cruz Carvalho**

Doutor em Reabilitação e Desempenho Funcional (UPE). Mestre em Educação física (UNIVASF) Especialista em Fisiologia do Exercício (UNIFTC). Graduado em Licenciatura e Bacharelado em Educação física (UEFS e UNIFTC), E-mail: leandroopaim@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0668292916465655>.

- **Patrícia Alves Marques Heringer**

Especialista em Enfermagem na Saúde Pública com Ênfase em Vigilância em Saúde (FAHOL), Enfermagem em Saúde Mental (FAHOL), Enfermagem em Gestão da Qualidade e Segurança do Paciente (FAHOL), Auditoria em Serviços de Saúde (FAHOL), Planejamento e Gestão em Saúde (FAHOL), Enfermagem do Trabalho (Faculdade Batista) e Enfermagem em Urgência e Emergência (FAHOL). Graduada em Enfermagem (UNIVALE - Universidade do vale do Rio Doce). Atualmente é enfermeira da UFMG lotada no Hospital das Clínicas de Minas Gerais. E-mail: patiheringer@gmail.com. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2051458853392915>.

- **Rogério Luis Souza Carvalho**

Mestrando em Química (UFMA). Especialista em Administração Organizacional e Inovação e Planejamento Estratégico e Gestão (UNIASSELVI). Graduado em Farmácia - Bioquímica (UFMA). Instituição de atuação atual - Instituto Laboratorial de Análises Forenses/ILAF. E-mail: roggercarvalho1982@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4811669450459439>.

- **Viviane Mesquita de Oliveira Zahn**

Graduada em Odontologia (UCB), com Especialização em Prótese e Dentística pela Herrero (Escola Superior de Saúde) e Harmonização Orofacial pelo Instituto Diogo Lustosa. Graduada em Biomedicina pela UNIBF. Graduanda em Medicina pela Unimauá-Brasília. E-mail: vivizahn@yahoo.com.br

ISBN 978-656009234-1

