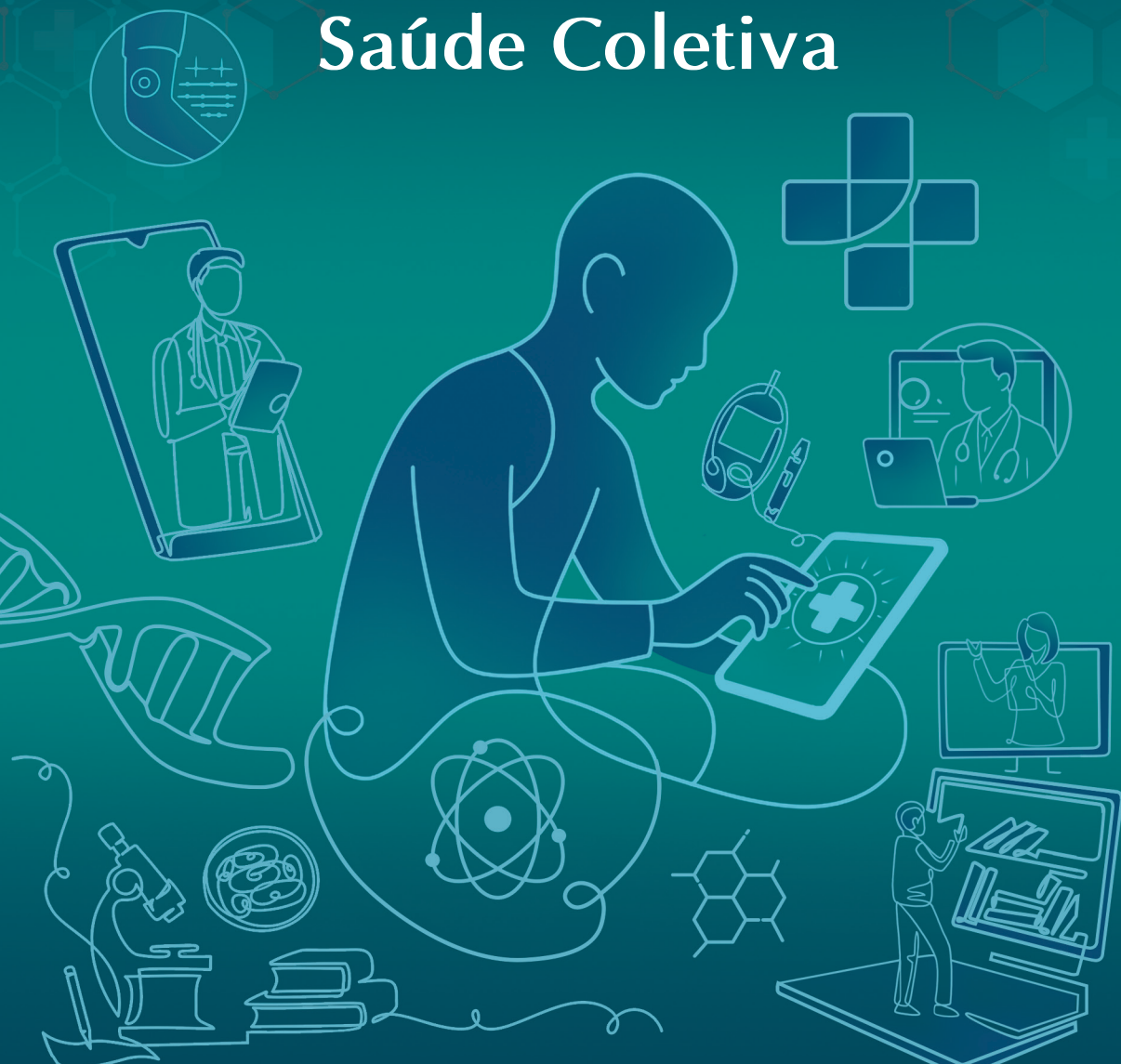


Temas em Saúde Coletiva
38

Saúde Digital a serviço da Saúde Coletiva



Instituto de Saúde
2025
São Paulo

A saúde digital surge como força transformadora, integrando tecnologia e inovação para revolucionar os cuidados de saúde coletiva. Em *Saúde Digital: Tecnologia na Saúde Coletiva*, especialistas afamados exploram como as técnicas digitais estão redefinindo o setor da saúde no Brasil, com foco no Sistema Único de Saúde (SUS) e nas políticas públicas. Esta obra é um convite para compreender como a tecnologia pode ser uma aliada na promoção de equidade, eficiência e acesso universal aos serviços de saúde.

Os capítulos trazem visão abrangente e atual, visando desde a construção de políticas públicas de saúde digital até a instituição de soluções inovadoras, como a monitoria remota de doenças crônicas, a termografia assistida por inteligência artificial para o diagnóstico precoce do câncer de mama e a aplicação de painéis visuais na vigilância epidemiológica. Destacam-se também os desafios éticos e de privacidade no uso dessas tecnologias, questões cruciais em um mundo cada vez mais conectado. Além disso, análises econômicas detalhadas demonstram a repercussão positiva da incorporação de soluções digitais, evidenciando que nossa redução de custos e melhoria na qualidade de vida dos pacientes.

A obra também explora a função da telemedicina, da educação à distância na formação de profissionais de saúde e das tecnologias de monitoria remota, como *smartwatches*, que estão transformando o atendimento médico.

A inteligência artificial (IA) é outro tema central, com aplicações que vão desde a saúde preventiva até o acompanhamento contínuo de pacientes, abrindo caminho para um futuro com mais inclusão social e sustentável.

Com um enfoque multidisciplinar, este livro é um guia proveitoso para profissionais, gestores e pesquisadores que buscam compreender e aplicar inovações tecnológicas no cuidado à saúde. Uma leitura indispensável para quem deseja estar à frente nos debates sobre o futuro da saúde no Brasil e no mundo, quando a tecnologia e o humanismo caminham juntos para garantir um sistema de saúde mais eficiente e acessível a todos.

Jose Luis Puglisi, PhD
Assistant Professor
College of Medicine
California North State University
Elk Grove, CA, USA

Saúde Digital a serviço da Saúde Coletiva

Instituto de Saúde

Rua Santo Antonio, 590 – Bela Vista

São Paulo-SP – CEP: 01314-000

Tel.: (11) 3116-8500

www.isaude.sp.gov.br

Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo

Elеuses Paiva

Secretária Executiva da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo

Priscilla Reinisch Perdicaris

Instituto de Saúde**Diretora do Instituto de Saúde**

Edlaine Faria de Moura Villela

Diretora do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento para o SUS-SP

Tereza Etsuko da Costa Rosa

Diretora do Centro de Tecnologias de Saúde para o SUS/SP

Maritsa Carla de Bortoli

Diretor do Centro de Apoio Técnico-Científico

Samuel Antenor

Diretora do Centro de Gerenciamento Administrativo

Bianca de Mattos Santos

Coleção Temas em Saúde Coletiva**Volume 38 – Saúde Digital a serviço da Saúde Coletiva**

ISBN 85-88169-01-0 Coleção Temas em Saúde Coletiva

ISBN: 978-65-997616-9-0

Tiragem: 500 exemplares

Saúde Digital a serviço da Saúde Coletiva

Organização: Silvia Helena Bastos de Paula, Daniel Gustavo Goroso e Cláudia Vieira Carnevalle

Edição: Samuel Antenor

Edição de texto: José Ruben de Alcântara Bonfim e Silvia Helena Bastos de Paula

Capa: Beatriz Martins Gomes

Revisão e Editoração: Travassos Editora

Impressão: Multygraphic Editora Ltda

Comunicação

Evelyn Karla Lira Viana

Administração

Bianca de Mattos Santos

Conselho Editorial Executivo

Bianca de Mattos Santos

Cláudia Malinverni

Edlaine Faria de Moura Villela

Evelyn Karla Lira Viana

Fabiana Santos Lucena

Maria Izabel Sanches Costa

Maria Thereza Bonilha Dubugras

Mariana Tarricone Garcia

Monica Martins de Oliveira Viana

Monique Borba Cerqueira

Samuel Antenor

Silvia Helena Bastos de Paula

Tania Izabel de Andrade

Bibliotecária

Tania Izabel de Andrade

Este livro não pode ser comercializado e sua distribuição é gratuita.

A versão online está disponível no site www.saude.sp.gov.br/instituto-de-saude/producaoeditorial/temas-em-saude-coletiva.

FICHA CATALOGRÁFICA

É permitida a reprodução total ou parcial para fins pessoais, científicos ou acadêmicos, autorizada pelo autor, mediante citação completa da fonte.

Elaborada pela Biblioteca do Instituto de Saúde - IS

S255 Saúde digital a serviço da saúde coletiva / Organização: Silvia Helena Bastos de Paula, Daniel Gustavo Goroso, Cláudia Vieira Carnevalle – São Paulo: Instituto de Saúde, 2025.

369 p.: il.; color.

(Temas em saúde coletiva;38)

Vários autores

Inclui bibliografia ao final de cada capítulo

ISBN:978-65-997616-9-0

1.Saúde digital. 2. Saúde coletiva. 3. Políticas públicas. 4. Tecnologia de saúde digital. 5. Inovações tecnológicas. I. Paula, Silvia Helena B. de. II. Goroso, Daniel Gustavo. III. Carnevalle, Cláudia. IV. Série.

CDD 362.1

Bibliotecária: Tania Izabel de Andrade CRB/87241

Saúde Digital a serviço da Saúde Coletiva

Silvia Helena Bastos de Paula

Daniel Gustavo Goroso

Cláudia Vieira Carnevalle

Organizadores

Instituto de Saúde

São Paulo – 2025

Cláudia, companheira de sonhos e realizações, sentiremos a sua falta em ausência tão precoce. Somos gratos por ter atuado a favor do SUS em várias frentes, incluindo esta obra. Até ontem falávamos do simpósio da Rede S.E.R. Colaborativa e do lançamento de seu livro. Você, que personificava o acolhimento de seus semelhantes e tinha um sorriso e uma palavra nobre e amorosa, não pôde contar com nossa ajuda no momento em que mais necessitava. Sua existência teve imenso valor e será sempre lembrada por quem estava próximo de seus elevados propósitos de felicidade e bem-estar para todos.

Silvia Helena Bastos de Paula
Daniel Gustavo Goroso

Agradecemos a Paulo Roberto do Nascimento pelo empenho e apoio na fase inicial da edição.

Sumário

Prefácio: Renilson Rehem.....	11
--------------------------------------	----

Delineamento da Saúde Digital

Silvia Helena Bastos de Paula, Daniel Gustavo Goroso, e Cláudia Vieira Carnevalle	17
---	----

1 Construindo a Política Estadual de Saúde Digital

Maria Cristina Coimbra Lages Balestrin de Andrade, e Silvia Helena Bastos de Paula	41
--	----

2 Panorama da Avaliação das tecnologias digitais em saúde

Fotini Santos Toscas, Nadja N. V. Mayrink, Francisco Iran Cartaxo Barbosa, Tatiane Marques Dantas e Evelinda Marrom Trindade.....	57
---	----

3 Desafios éticos e de privacidade em monitoramento remoto em saúde

Stella Tassinari Máximo, Ana Leticia Gomes dos Santos, Christian Gonçalves, Samuel Minucci Camargo e Daniel Gustavo Goroso	93
--	----

4 Aplicações versáteis da Inteligência Artificial: além dos limites da saúde tradicional

Samuel Minucci Camargo, Ana Leticia Gomes dos Santos, Stella Tassinari Máximo, Christian Gonçalves Sasaki e Daniel Gustavo Goroso.....	105
--	-----

5 Avaliação de precisão e confiança nos dados coletados

Almir Rodrigues Tavares, Cleber Silva de Oliveira, Robson Rodrigues da Silva, Silvia Cristina Martini Rodrigues e Marcia Aparecida Silva Bissaco.....	127
---	-----

6 Termografia Assistida por Inteligência Artificial para o Diagnóstico Precoce do Câncer de Mama

Maíra Araújo de Santana, Karla Amorim Sancho, Monica Felts de La Roca Soares, Artur Aburad de Carvalhosa, Fábio Henrique Cavalcanti de Oliveira, Fabiano Tonaco Borges, Edgard Michel Crosato e Wellington Pinheiro dos Santos	171
--	-----

7	Tecnologias na Educação a Distância: formação permanente na saúde	
	Maria Thereza Bonilha Dubugras	193
8	Painel Visual aplicado na vigilância de saúde para Doenças Crônicas Não Transmissíveis em São Paulo: uma experiência	
	Cláudia Vieira Carnevalle, Edlaine Faria de Moura Villela, Edson Rodrigues Caciatore, Marcia de Souza Moraes, Marco Antonio de Moraes, Mirian Matsura Shirassu e Patrícia Camargo Ferreira....	231
9	Evolução das Tecnologias de Monitoramento Remoto	
	Petronio Cabral Ferreira e Daniel Gustavo Goroso	247
10	O Papel Transformador da Tecnologia e da Saúde Digital	
	Kelly Correa Baioco da Silva, Diego Pereira da Silva, William Tsutomu Watanabe, Marcia Aparecida Bissaco e Daniel Gustavo Goroso.....	263
11	Intervenções em nutrição com crianças e uso de tecnologia de monitoramento remoto para doenças crônicas na atenção primária	
	Rosimary Luz e Silvia Helena Bastos de Paula	289
12	Monitoramento remoto de saúde de crianças com obesidade: avaliando os impactos econômicos na saúde	
	Walter Saraiva Lopes, Antonia Francisca da Silva Saraiva e Daniel Gustavo Goroso.....	309
13	Análises econômicas na incorporação de tecnologias em saúde: perspectivas nos cuidados de saúde	
	Walter Saraiva Lopes, Antonia Francisca da Silva Saraiva, Silvia Helena Bastos de Paula e Daniel Gustavo Goroso	325
14	O desafio ao agregar as tecnologias digitais à Medicina no cotidiano brasileiro	
	Ana Leticia Gomes dos Santos, Stella Tassinari Máximo, Christian Gonçalves, Samuel Minucci Camargo e Daniel Gustavo Goroso	339

15 Futuro da saúde: IA e inovações em monitoramento fisiológico

Christian Gonçalves Sassaki, Ana Leticia Gomes dos Santos, Stella Tassinari Máximo, Samuel Minucci Camargo e Daniel Gustavo Goroso.....353

Posfácio: João Loures Salinet Junior.....369

Prefácio

Renilson Rehem^I

É com satisfação que apresentamos este livro, resultado de um longo percurso de pesquisas e reflexões de especialistas comprometidos em investigar e aplicar tecnologias para fortalecer os princípios do Sistema Único de Saúde (SUS). A obra se dedica a temas ainda pouco assimilados em diversas instâncias de gestão, formação e assistência em saúde, incluindo entre profissionais da linha de frente, como é o caso da Saúde Digital (SD).

Na nossa sociedade, na qual a Internet se tornou a ponte de comunicação entre pessoas e instituições, infraestrutura indispensável para se constituir um processo satisfatório de regionalização no estado de São Paulo com as Redes Regionalizadas de Atenção à Saúde (RRAS) – que precisam funcionar de modo articulado e cada vez mais rápido e com maior volume de dados –, torna-se evidente a necessidade de ampla compreensão sobre essas interfaces entre saúde e tecnologias digitais.

Saúde Digital: tecnologias a serviço da Saúde Coletiva é o trigésimo oitavo volume da Coleção Temas em Saúde Coletiva, do Instituto de Saúde, órgão de pesquisa e ensino em Saúde Coletiva da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, vinculado à Coordenação de Ciência e Tecnologia e Insumos Estratégicos.

A coleção tem o propósito de oferecer reflexões, estudos e aplicações de SD para gestores, profissionais da linha de frente da rede do SUS e estudantes, sob o entendimento de que a SD é o nosso presente e será cada vez mais parte do futuro; discutem-se as possibilidades e as barreiras em seu caminho rumo à melhoria dos serviços de saúde, da comunicação entre profissionais de saúde e pacientes, favorecendo o monitoramento de condições e agravos à saúde, na promoção e prevenção em saúde, nos diagnósticos e tratamentos, entre outros aspectos.

Versa sobre uma visão geral do tema e de sua repercussão quanto aos cuidados de saúde, seus elementos conceituais e breve histó-

I Consultor da OPAS e Coordenador do Programa de Regionalização da Saúde de São Paulo

ria da inserção do Instituto de Saúde nas reflexões sobre tecnologias e Saúde Digital, apresentados na Introdução pelos organizadores do volume, Silvia Helena Bastos de Paula, Daniel Gustavo Goroso e Cláudia Vieira Carnevalle.

O texto frisa a relação entre a adoção recente de tecnologias no ponto da intercessão de cuidados de saúde, desde a recente pandemia de covid-19, que ensejou condição para que este enfoque ganhasse força, e do avanço em investimentos, paralelo à sua crescente incorporação à rotina do SUS, diante do atual processo de adoção de políticas de avaliação, que estão voltadas para que se possa acompanhar aspectos técnicos, clínicos e econômicos, inerentes ao desenvolvimento do sistema e dos serviços de saúde.

O conteúdo dos capítulos está disposto em duas grandes seções: Parte I – Aspectos conceituais e normativos da política de Saúde Digital, reúne cinco capítulos dedicados a aspectos teóricos, históricos e políticos; Parte II – Pesquisas e Aplicações das Tecnologias de Saúde Digital, apresenta estudos e aplicações de resultados de pesquisa em Saúde, Gestão e Educação, e reflexões sobre as possibilidades e as barreiras à incorporação das Tecnologias e da Inteligência Artificial no futuro próximo.

O primeiro capítulo, Bases para a Construção da Política Estadual de Saúde Digital, de Maria Cristina C. L. Balestrini de Andrade e Silvia Helena Bastos de Paula, visa fornecer o contexto da construção da política de Saúde Digital, com análises para a configuração do programa de Ação de Saúde Digital, ressaltando o compromisso da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SES/SP) com este projeto, que é uma das metas do governo estadual. Apresenta, ainda, em linha de tempo, síntese de etapas e alianças estabelecidas, necessárias para o alcance dos propósitos definidos para o território paulista.

O segundo capítulo desenvolve um tema relevante: Panorama da Avaliação das Tecnologias Digitais em Saúde, da pesquisadora Fotini Santos Toscas e coautores, que apresentam argumentos para melhorar a qualidade do cuidado à saúde, aprimorar a gestão e desenvolver a produção de insumos estratégicos, tornar racional a aplicação de recursos, diminuir vulnerabilidades tecnológicas e lacunas de assistência, além de ampliar o acesso e a resolução dos serviços de saúde sob uma visão de futuro que

antecipe as decisões requeridas por um sistema de saúde que valorize a inclusão social.

No terceiro capítulo, *Desafio Ético e de Privacidade no Monitoramento Remoto*, de Stella Tassarini Máximo e coautores, analisam-se questões éticas e de privacidade relacionadas a esses temas no processo de utilização do monitoramento remoto, do uso da telemedicina e telecuidados diante da Lei Geral de Proteção dos Dados (LGPD).

No quarto capítulo, *Aplicações Versáteis da Inteligência Artificial: Além dos Limites da Saúde Digital*, de Samuel Minucci Camargo e colaboradores, destaca-se como a Inteligência Artificial pode contribuir para resolver urgências enfrentadas por formuladores de políticas e prestadores de serviços para se alcançar a universalidade de acesso, sustentabilidade e equidade, mudando-se rastreamento, diagnóstico e decurso de enfermidades.

A primeira parte encerra-se no capítulo cinco, *Avaliação de Precisão e Confiança dos Dados*, no qual Almir Rodrigues Tavares e colaboradores discutem a necessidade de avaliação e padrões de métodos de coleta de dados, de amostras e de obtenção de validade constante, para que se obtenha resultados confiáveis e precisos para a tomada de decisões.

Na segunda seção do livro – *Pesquisas e Aplicações de Tecnologias Digitais*, seguem-se dez capítulos.

No sexto capítulo, *Termografia Assistida por Inteligência Artificial*, Máira Araújo de Santana e coautores discorrem sobre a aplicação dessa técnica na detecção precoce de câncer de mama, considerando a importância de enfoques inovadores que promovam a segurança e o conforto da paciente, sem uso de contrastes e contornando os efeitos de outros métodos que podem causar danos.

No capítulo sétimo, *Tecnologias na Educação à Distância: na Formação e Educação Permanente em Saúde*, Maria Thereza Bonilha Dubu-gras discute as mudanças provocadas pela revolução ciberfísica, a forma de buscar novos conhecimentos, bem como as possibilidades da educação à distância, de modo a contribuir para as atividades educacionais de formação, aprimoramento e renovação na área da saúde.

O oitavo capítulo, *Painel Visual Aplicado na Vigilância de Saúde para Doenças Crônicas Não Transmissíveis em São Paulo: Uma Experiên-*

cia de Gestão, de Cláudia Vieira Carnevalle e coautores, discute uma opção de Painel Visual aplicado às informações sobre doenças cardiovasculares, respiratórias crônicas, cânceres e diabetes (DCNT) e seus principais fatores de risco (nutrição inadequada, tabagismo, uso abusivo de álcool e inatividade física) e de proteção, e quanto aos agravos não transmissíveis (violências e acidentes de trânsito), e promoção da saúde, que estão a cargo da Divisão de Doenças Crônicas e Não Transmissíveis do Centro de Vigilância Epidemiológica (CVE).

O nono capítulo, de Petrônio Cabral Ferreira e Daniel Gustavo Goroso, trata de Evolução das Tecnologias de Monitoramento Remoto, ou seja, da telemedicina e das tecnologias móveis de saúde (mHealth), frisando sua repercussão no acesso e na qualidade de serviços médicos e de saúde.

O décimo capítulo, O Papel Transformador da Tecnologia e da Saúde Digital, de Kelly Correa Baioco da Silva, traz as possibilidades de sistemas de monitoramento remoto que permitem aos profissionais de saúde acompanhar pacientes à distância, utilizando hardware para coleta de dados fisiológicos e software para comunicação remota e análise de dados em tempo real.

No décimo primeiro capítulo, Tecnologia de Monitoramento Remoto Aplicada na Educação Nutricional para Crianças com Sobrepeso e Obesidade na Atenção Primária, de Rosimary Luz e Sílvia Helena Bastos de Paula, o propósito foi avaliar sua exequibilidade num município do estado de São Paulo como instrumento de promoção da saúde em crianças com sobrepeso e obesidade no âmbito da Atenção Primária de Saúde (APS).

No décimo segundo e décimo terceiro capítulos, respectivamente Monitoramento Remoto de Saúde de Crianças com Obesidade: Avaliando os Impactos Econômicos na Saúde, e Análises Econômicas na Incorporação de Tecnologias em Saúde: Perspectivas nos Cuidados de Saúde, ambos escritos por Walter Saraiva Lopes e coautores, são discutidos aspectos adicionais: a análise da dimensão econômica do emprego da tecnologia de monitoramento remoto na prevenção e no controle da obesidade em crianças, visando reduzir os custos no sistema de saúde; e a comparação das perspectivas econômicas dos cuidados de saúde em decorrência da incorporação de tecnologias em saúde.

O décimo quarto capítulo, O Desafio ao Agregar as Tecnologias Digitais à Medicina no Cotidiano Brasileiro, de Ana Leticia Gomes dos Santos e colaboradores, reflete sobre os obstáculos desde a inclusão do uso de relógios incorporados de acessórios médicos que começaram a ser estudados e utilizados em 2022, quando o Instituto do Coração (InCor) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo começou um monitoramento pós-cirúrgico de pacientes cardíacos. Considera, ainda, a importância de se analisar três pontos: implantação, integração e acesso, em seus aspectos práticos, econômicos e sociais.

Por fim, no décimo quinto capítulo, Futuro da Saúde: IA e Inovações em Monitoramento Fisiológico, de Christian Gonçalves Sasaki, é discutida a Conferência de Dartmouth, de 1956, nos Estados Unidos, como um marco para o início do uso do termo “inteligência artificial”, de crescente importância nos dias de hoje em razão da possibilidade de áreas em que essa tecnologia pode ser aplicada, e aponta para seu avanço, já evidente em grandes centros de pesquisa, mas também nos centros de pesquisa carentes de recursos, que poderiam se beneficiar desses instrumentos.

São trabalhos estimulantes num campo vasto e, ainda que já tenha grande progresso, ousaria afirmar que estamos apenas começando a explorá-lo, caso se considere o seu horizonte promissor.

Delineamento da Saúde Digital

Silvia Helena Bastos de Paula^I, Daniel Gustavo Goroso^{II},
Cláudia Vieira Carnevale^{III}

Introdução

Saúde Digital e mudanças na saúde

Nos últimos cinquenta anos, as sociedades de todo o mundo, de modo desigual, testemunharam o crescimento de tecnologias da computação e da informação, o que faz pensar que se vive numa era digital, um tempo em que informação é poder e a comunicação modela as diferentes verdades¹.

Nesta introdução, apresentamos um panorama da Saúde Digital, abordando sua evolução e as diversas contribuições para os sistemas de saúde, os profissionais da área e a população em geral. O foco está nas políticas que impactam a atenção à saúde coletiva, promovem a segurança e garantem os direitos humanos.

Em 2000 Seth Franck² tratou da convergência entre o uso da Internet e cuidados em saúde, o autor classificou as empresas de assistência médica digital “pura” em três áreas de serviços empresariais: conteúdo, conectividade e comércio^{1,2}. Ainda se referindo ao consumidor médico, indiretamente seu paciente ou cliente, o autor aponta cinco funções críticas da Internet no cuidado em saúde: “(1) *Disseminar informações*,

-
- I Silvia Helena Bastos de Paula (silviabastos@isaude.sp.gov.br) é pesquisadora científica (PqC VI) do Instituto de Saúde da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Graduada em Enfermagem com pós-doutorado em Saúde Coletiva pela Universidade Estadual do Ceará, na área de concentração de Avaliação em Saúde. Doutorado no Programa de Pós-graduação da CCD/SES/SP, pelo Instituto Emílio Ribas, na área de concentração em Saúde Pública e Infectologia. Mestrado em Saúde Pública pela Universidade Federal do Ceará (UFC), especialização em Saúde Pública pela UFC e especialista pela Fiocruz na Formação de Ativadores de Processos de Mudança na Educação Superior de Profissionais de Saúde. Orcid: orcid.org/0000-0002-4405-9405.
- II Daniel Gustavo Goroso (danielg@umc.br) é físico pela Faculdade de Ciências Exatas da Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina. Doutor em Engenharia Biomédica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com pós-doutorado pelo UC Davis Health Center da University of California, Estados Unidos. Professor visitante no College of Medicine da University North State of California, Estados Unidos, é professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Orcid: orcid.org/0000-0001-5454-9873.
- III Cláudia Vieira Carnevale (ccarnevale@gmail.com) é mestre em Saúde Coletiva pela Santa Casa de São Paulo, psicóloga pela Faculdade Padre Anchieta. Orcid: orcid.org/0000-0003-0532-5026.

(2) *Auxiliar na tomada de decisões informadas*, (3) *Promover a saúde*, (4) *Fornecer um meio para troca de informações e suporte — o conceito de comunidade*, e (5) *Aumentar o autocuidado e gerenciar a demanda por serviços de saúde, reduzindo os custos médicos diretos*².

A saúde digital é um campo de conhecimento e prática que abrange o uso de tecnologias digitais na saúde. As definições são variadas e consta em estudo de revisão que havia 51 definições relacionadas à saúde em 2005 com algum grau de tecnologia. Nas definições foram encontrados termos como Internet, tecnologia e comércio e também havia diversidade de termos para conceitos como telemedicina, telessaúde e demais “teles” — surgidos na década de 1990 —, e tanto a abreviação “e” para *electronic* quanto o termo “digital” usados atualmente são polissêmicos³.

O conceito de saúde digital de um modo mais amplo pode ser entendido como o uso de tecnologia moderna e computação em setores de saúde e entre médicos, mas esse conceito continua em desenvolvimento, tanto quanto a sua significância como em sua abrangência. A Saúde Digital vem mudando a maneira de se organizar e ofertar serviços de saúde em todo o mundo. É também conhecida como e-Saúde, é um conjunto de soluções e produtos tecnológicos que visam ampliar o acesso aos cuidados e bem-estar⁴.

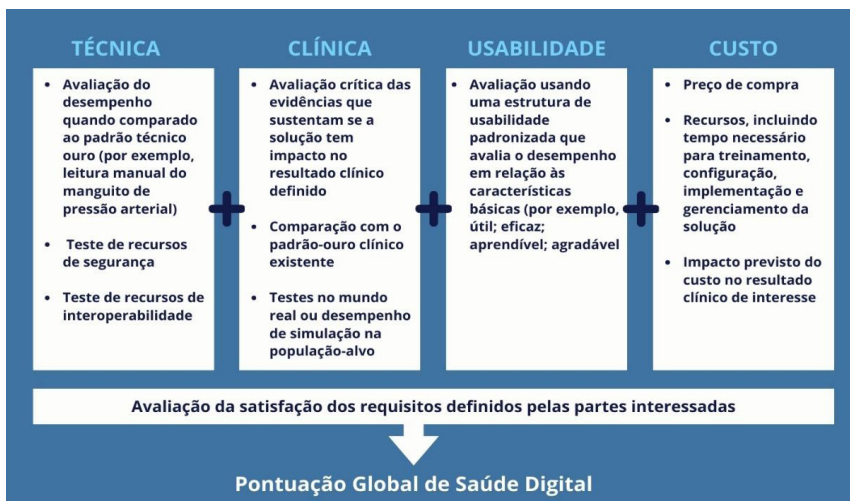
Com a expansão da utilização de computadores e da Internet no início do século XXI, surgiu o *e-health*, em 2005 foi criado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) o “Observatório Global para *e-Health*” em que declarava que a eSaúde era prioridade na agenda mundial pós-2015 considerando as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Objetivo 3 – Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades”; Objetivo 8 – “Alcançar a cobertura universal de saúde”, para que todas as pessoas recebam os serviços de saúde de alta qualidade de que necessitam sem sofrerem dificuldades financeiras) que são metas adotadas pela Assembleia Mundial de Saúde e Organização das Nações Unidas (ONU) em setembro de 2015 (p. 5-7)⁵.

O tempo e o desenvolvimento de tecnologias trouxeram amadurecimento para a discussão e renovou o conceito de Saúde Digital que passou a abranger outros conceitos científicos e tecnologias aplicadas

à genômica, análise de tecnologias vestíveis (*wearables*) do tipo relógios, óculos, exoesqueletos, fones de ouvidos, em aplicativos móveis e recursos para melhorar aplicativos de educação e trabalho médicos e uso na saúde em geral⁶. Nos dias de hoje, 24 anos passados desde o artigo de Seth Frank², há amplo conjunto de tecnologias digitais que estão sendo aplicadas em diagnósticos, apoio para decisões clínicas e tratamentos, gerenciamento de cuidados em saúde, e há a tão polêmica Inteligência Artificial, com proposta de maior autonomia e de assimilar características semelhantes aos seres humanos, adorada por alguns e temida por outros.

A questão da validação das tecnologias de saúde é preocupante, considerando-se não apenas os custos, mas sua capacidade de resposta e as questões de segurança do paciente⁷. As áreas de especialidade médica e de assistência em saúde precisam de um processo de validação robusto e regulação que seja transparente para produtos de saúde digital. Pesquisadores, gestores, profissionais e usuários ou pacientes necessitam conhecer a tempo as funcionalidades de uma tecnologia que será utilizada por profissionais para transformar, com segurança, o cuidado dos seres submetidos a cuidados híbridos entre o cuidado humano e a tecnologia.

Mathews et al⁴ destacam a necessidade de se desenvolver critérios para avaliar uma solução de saúde digital com base na funcionalidade (diagnóstico, monitoramento, coordenação de cuidados, e outras), que também pode ser modelada com base em outros enfoques do setor. É indispensável incorporar as preferências de profissionais de saúde e pacientes que estejam sob cuidados mediados pela solução de saúde digital no processo de desenvolvimento de requisitos. Uma vez que sejam estabelecidos, a estrutura proposta que pode formar a base para avaliação incluirá os seguintes domínios: técnico, clínico, utilização e custo (Fig.1).

Figura 1. Componentes de Avaliação da Saúde Digital

Fonte: Tradução com base em Mathews *et al* (2019)⁴.

Os quatro domínios de um *scorecard* da saúde digital, apresentando detalhes em cada coluna, com considerações, são apresentados na figura. A relação entre as colunas pode ser útil para avaliação desses requisitos por parte de gestores e interessados.

Para o autor seria benéfico para todos que o processo estivesse mais padronizado, objetivo, rigoroso e transparente para processos que tenham validade. Especificamente, os domínios de validade compreendem a validade técnica (quão precisamente a solução mede o que afirma?), validade clínica (a solução oferece algum suporte para melhorar resultados específicos da condição clínica?) e a validade do sistema (a solução se integra às vidas dos pacientes, aos fluxos de trabalho dos provedores e sistemas de assistência de saúde?), conforme a Figura 1. Faz-se hoje uma tentativa tímida diante do volume de recursos empregados e de um cenário de competição e necessidades cada vez mais complexas, volumoso e desordenado, o qual todas as partes interessadas na área da saúde – pacientes, provedores, pagadores, indústria e reguladores – devem percorrer. O empenho deles é encontrar soluções, que tenham validade e que custem um valor adequado para as limitações de recursos dos sistemas de saúde⁴.

A função da OMS nas iniciativas de políticas de saúde digital de países membros

Desde 2005 a OMS se dedica a divulgar resoluções sobre temas correspondentes à Saúde Digital. A quinquagésima oitava Assembleia Mundial da Saúde tratou da importância da e-Saúde (*e-health*), definida como a utilização de tecnologias de informação e comunicação (TIC) para fins de saúde⁸. No seu sentido lato a e-Saúde tem a ver com o aperfeiçoamento do fluxo de informação, por meios eletrônicos, para apoio da prestação de serviços de saúde e da gestão de sistemas de saúde. As TIC oferecem benefícios significativos, não apenas na concretização dos objetivos da saúde, mas também na demonstração do que foi atingido e a que custo. Recomendou-se aos países a criação de estratégias de longo prazo para o desenvolvimento e a implementação de programas e serviços nacionais de e-Saúde.

A sexagésima sexta Assembleia Mundial da Saúde, 2013, traz a orientação para os países sobre padronização e interoperabilidade da e-Saúde, instando-os a considerar o desenvolvimento de políticas públicas e mecanismos legislativos ligados a uma estratégia nacional geral de e-Saúde e divulgou-se *eHealth Strategy Toolkit*, em colaboração com a *International Telecommunications Union* (ITU)⁹;

Na 71ª Assembleia Mundial da Saúde, reunida em Genebra em 26 de maio de 2018, o termo e-Saúde foi mudado para Saúde Digital, considerando o comunicado sobre *mHealth*. A expansão da internet através dos dispositivos móveis levou ao surgimento de uma subdivisão da saúde digital, denominada como saúde móvel ("*mHealth*")¹⁰. Apesar de não existir, segundo a OMS, uma definição padronizada, pode-se entender a saúde móvel, como a oferta de serviços médicos e/ou de saúde pública, que se utiliza do apoio tecnológico de dispositivos móveis, como os *smartphones*, sensores e outros equipamentos vestíveis¹¹.

A OMS define Saúde Digital como "a aplicação das Tecnologias de Informação e Comunicação à Saúde", incluindo os saberes e as práticas desta área do conhecimento que "contribuem para agilizar o fluxo assistencial, qualificar as equipes de saúde e tornar mais eficaz o fluxo de informações para apoio à decisão em Saúde, e sua complexidade abrange

tanto a decisão clínica, de vigilâncias em saúde, de regulação e promoção da saúde quanto de gestão¹¹.

Em 2018, os governos dos países membros aprovaram por unanimidade a resolução da Assembleia Mundial da Saúde que convocou a OMS a desenvolver uma estratégia global de saúde digital para apoiar os esforços nacionais a alcançar a cobertura universal de saúde (CUS)¹². A OMS emitiu em 2021 a *Global Initiative of Digital Health* (GIDH) com o propósito de auxiliar os países em todos os estádios a planejar, construir, financiar e governar efetivamente seus ecossistemas de saúde digital, com os seguintes propósitos: identificar e priorizar as necessidades específicas dos países para a transformação digital da saúde; melhorar a transparência e a visibilidade dos meios de financiamento disponíveis para apoiar os países na saúde digital; fortalecer o ecossistema digital no país através do alinhamento colaborativo com parceiros e; monitorar o progresso na obtenção de robustez e equidade¹³.

A OMS enfatizou seu propósito na obtenção do que a entidade defende como cobertura universal de saúde (CUS) e, conseqüentemente, orientou que os sistemas nacionais de saúde considerem a contribuição das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para a Saúde (TDIC) como um serviço indispensável e central na promoção do acesso à saúde, e não mais apenas como um complemento. Uma das estratégias para alcance dessa meta três dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável-ODS para 2030 é a tecnologia em saúde associada a uma atenção primária forte, pois os cuidados primários são considerados a forma mais eficaz e com melhor relação custo-benefício para se alcançar a cobertura universal de saúde em todo o mundo¹².

Ressalte-se que para a OMS o conceito de Cobertura Universal em Saúde (CUS) significa que todos os indivíduos e comunidades recebam os serviços de saúde de que necessitam, sem ficarem expostos a problemas financeiros, considerando que quase 12% da população mundial gasta, pelo menos, 10% dos seus orçamentos familiares em cuidados de saúde, porém não significa que na proposta da OMS, a cobertura será gratuita em todas as possíveis intervenções clínicas, independentemente dos custos, uma vez que nenhum país pode fornecer todos os serviços gratuitamente numa base sustentável¹³.

A diretriz da OMS sobre saúde digital e telemedicina discutiu o uso de celulares, *tablets e Internet* no tratamento de pacientes e frisa que as tecnologias digitais podem melhorar o gerenciamento de estoque, permitindo que os profissionais de saúde se comuniquem sobre a condição dos estoques. A OMS trouxe, ainda, recomendações sobre a telemedicina, que permite às pessoas que vivem em locais remotos obter serviços de saúde usando telefones celulares, *sites* ou outros instrumentos digitais. E ressalta que este é um complemento valioso para as interações face a face, mas não pode substituí-las completamente.

Em 2018, a OMS emitiu a primeira taxonomia detalhada de Saúde Digital, articulando dezenas de aspectos desta técnica. Entende-se por taxonomia como uma classificação que visa promover uma linguagem acessível e integrada para o setor de saúde digital^{IV}. Ela pode ser utilizada por diversos agentes do setor, como agências governamentais, tecnólogos, legisladores e provedores de saúde. Trata-se de uma sistematização que contribui nos processos de planejamento para conduzir e avaliar inventários de ativos; identificar lacunas e duplicações, auxiliar na condução de pesquisas, para avaliar a eficácia e facilitar o alinhamento entre diferentes implementações.

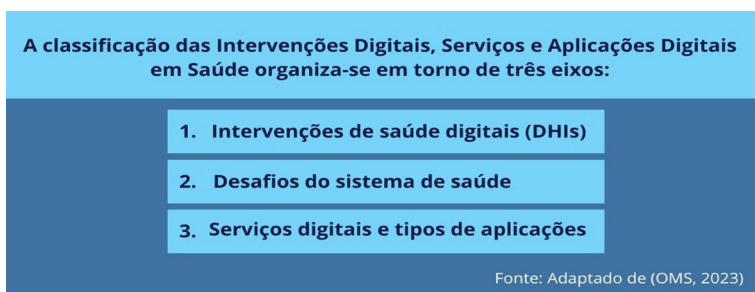
A iniciativa da OMS na elaboração da taxonomia foi empreendida para facilitar e em certos aspectos unificar a linguagem de modo a realização de investigação e síntese de provas^{IV}; realização de inventários nacionais e análises do contexto; o desenvolvimento de recursos de orientação para informar o planejamento; a articulação das capacidades digitais necessárias, articulando-se capacidades digitais necessárias com os problemas, as restrições, as necessidades em geral e os casos de utilização.

A classificação da OMS foi renovada em 2023 e versa sobre Intervenções, Serviços e Aplicações Digitais em Saúde (CDISAH). Nesta edição a entidade categoriza as diferentes maneiras pelas quais as intervenções de saúde digital são usadas em aplicações e serviços digitais para a saúde e em como são usadas para atender às necessidades individuais e do setor

IV Frequentemente designada na linguagem acadêmica, mas de modo errôneo, como ‘evidências’, que no vernáculo significa certezas manifestas, que em absoluto não se trata disso e sim provar algo: recomenda-se à respeito da medicina ou prática de saúde com base em provas o artigo de Bonfim (2009) https://www.saude.sp.gov.br/resources/instituto-de-saude/homepage/temas-saude-coletiva/pdfs/acoesjudiciais_10.pdf

de saúde e promover o alcance de metas de saúde ¹². Reconhece também as diversas formas em que as capacidades digitais são aproveitadas em diferentes aplicações e serviços digitais, para responder aos desafios e necessidades pessoais e do sistema de saúde (Fig.2).

Figura 2. Classificação das intervenções digitais, serviços e aplicações digitais em saúde¹²



Em síntese, as classificações contidas nos três eixos podem ser descritas como:

1. *Intervenções de saúde digitais (DHIs)*

- *Intervenções digitais de saúde para pessoas*

A taxonomia deste grupo descreve as capacidades da tecnologia digital que podem ser implementadas para atingir objetivos dirigidos às pessoas. As pessoas incluem membros do público que são em potência utilizadores de serviços, ou não, de saúde e cuidadores de indivíduos que recebem serviços de saúde.

- *Intervenções de saúde digital para prestadores de cuidados de saúde*

A taxonomia deste grupo descreve as capacidades da tecnologia digital que podem ser implementadas para atingir propósitos orientados para os prestadores de cuidados de saúde e membros da força de traba-

lho. Entre essas tecnologias estão a telemedicina e telessaúde, tecnologias de apoio a tomada de decisão, comunicação e transmissão de informação entre prestadores de cuidados de saúde, supervisores, e gestores de sistemas de saúde, incluindo a comunicação entre as pessoas e coordenação da regulação das referências, treinamento e formação, controle de prescrições e utilização de fármacos, e tecnologias para facilitar as transações financeiras relacionadas com a remuneração do sistemas para custeio de serviços de saúde.

- *Intervenções de saúde digital para pessoal de gestão e apoio à saúde*

A taxonomia deste grupo descreve as capacidades da tecnologia digital que podem ser implementadas para atingir propósitos quanto ao pessoal de saúde, de gestão e apoio à saúde da administração e supervisão de sistemas de saúde. Neste amplo segmento estão enfoques digitais para gerir a força de trabalho, incluindo a utilização de bases de dados para registrar níveis de formação, certificação e identificação dos profissionais de saúde e suporte para alertar e compilar informações sobre eventos de saúde pública não rotineiros. Neste grupo trata-se do cuidado para registrar, armazenar, atualizar, recuperar, validar e revogar as informações de saúde das pessoas, as informações sobre saúde.

2. *Problemas do sistema de saúde*

- *Intervenções de saúde digital para Serviços de Dados*

A taxonomia deste grupo descreve as capacidades da tecnologia digital que podem ser implementadas para apoiar metas que visam a gestão de dados, sua codificação para viabilizar a governança, melhorando a utilização dos dados, o geoprocessamento e a interoperabilidade. Uma perspectiva importante é a governança e a segurança de dados do sistema inteiro, manutenção da integridade e segurança de dados institucionais e pessoais, para permitir a sua utilização secundária.

3. Tipo de serviços e aplicações

Os serviços digitais e os tipos de aplicações representam os tipos de *software*, sistemas e serviços de tecnologias da informação e da comunicação (TIC) ou canais de comunicação que são empregados para a realização de atividades de *marketing* e comunicações (TIC) e serviços ou canais de comunicação que fornecem ou executam a (s) intervenção (ões) de saúde digital (is) e o conteúdo de saúde.

A classificação categoriza-os em cinco representações no âmbito da Arquitetura de Saúde Digital. As definições e descritores adicionais são incluídos para apoiar o mapeamento e a categorização adequada e a categorização de soluções digitais. Serviços de gestão de sistemas funcionam como repositório que contém dados que foram validados e fornecem capacidades para armazenar, processar, recuperar e analisar os dados contidos nesses sistemas.

A OMS editou a Estratégia Global de Saúde Digital 2020-2025¹³ que traz recomendações sobre dez maneiras pelas quais os países podem usar a tecnologia de saúde digital – acessível por via de telefones celulares, *tablets* e computadores – para melhorar a saúde das pessoas e os serviços básicos. A OMS com apoio da Reunião de Ministros da Saúde da Cúpula do G20, segundo seu Diretor Geral Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, passa a atuar como secretaria para a implementação da estratégia, com a finalidade de reunir e harmonizar padrões, melhores práticas e recursos globalmente, de modo a acelerar a transformação do sistema digital de saúde.

Para alcançar essa intenção, a OMS destaca a necessidade de parcerias com governos e ações de âmbito internacional e regional, de colaboração entre *stakeholders* ou atores interessados em aplicar a estratégia global de saúde digital, regional e global, que inclui setores públicos, privados e mercado financeiro, grupos de seguros de saúde e outros financiadores de cuidados de saúde assim como desenvolvedores de tecnologia ¹⁴.

Brasil e a Estratégia de Saúde Digital 2020-2028

O Brasil foi um dos membros fundadores na criação da OMS com o Dr. Marcolino Gomes Candau que também presidiu o órgão por 20 anos (1953-1973). Tendo sido homenageado pelo seu desempenho como “O Sanitarista do Ano” no Dia Mundial da Saúde em 7 de abril de 1974¹⁵. Assim, vem de longa data a história de alinhamento do país às diretrizes políticas e de desenvolvimento de áreas programáticas consideradas estratégicas, o caso nos dias atuais da Saúde Digital.

O documento de Difusão Global da e-Saúde, 2016 da WHO¹⁶ traz a informação de que foi desde 2014-2015, que Brasil, a Argentina, Colômbia Costa Rica, Belize, Guatemala, Paraguai e Honduras fizeram planos pilotos e desenvolveram os Sistemas Informatizados de Registros de Imunização (RII), considerando uma iniciativa de saúde digital.

No mesmo período se intensificam iniciativas do Ministério da Saúde quanto a regulação da saúde digital no país e divulgou-se em 2015 a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS, 2015); em 2016 a OMS emite a Metodologia para Planos de Ação, Monitoramento e Avaliação. Entre 2017 e 2019, o Brasil alterou a legislação de proteção de Dados e criou a Autoridade Nacional de Proteção de dados e conduziu a Elaboração da Visão Estratégica e do Plano de Ação, Monitoramento e Avaliação de Saúde Digital ¹⁷⁻²⁰.

Tomando como recorte de tempo a pandemia do COVID-19, iniciada em fins de 2019 que trouxe profundas mudanças no sistema social e no cotidiano das pessoas em escala planetária, discute-se como tal mudança igualmente trouxe como consequência novos desafios para a continuidade dos cuidados em saúde e das pesquisas então realizadas e como essa calamidade interferiu em aspectos que necessitavam da investigação de campo, acarretando mudanças no *modus operandi* de pesquisadores cujos estudos requerem o contato entre os pares.

Foi nesse contexto que se ampliou a popularidade no Brasil do uso de celulares e aplicativos, intensificados na pandemia de Covid-19, quando a tecnologia foi usada com mais frequência para manter os cuidados de promoção de saúde e há ainda muitas lacunas de conhecimento sobre

diversos aspectos e consequências do uso de tecnologias nas ambiências de assistência, social, éticas e legal (mSaúde)²¹. Naquele momento, que exigia distância física e isolamento social, ganhou força o conceito de Saúde Digital, que se tornou mais conhecido pela convergência da pandemia e do uso popular de *smartphone* como recurso para obtenção de cuidados de saúde.

Após o período crítico da pandemia o país teve um marco importante com a publicação da Lei 14.510/2022, que regulou a telessaúde e autorizou a teleconsulta e que foi reforçada com a Resolução do Conselho Federal de Medicina nº 2.314/2022²² que definiu a telemedicina, como forma de serviços médicos mediados por tecnologia, de comunicação: teleconsulta, teleinterconsulta, telediagnóstico, telecirurgia, telemonitoramento ou televigilância, teletriagem e teleconsultoria. Ressalte-se que procedimentos já são feitos com apoio de robôs, dispositivos que monitoram em tempo real o estado de saúde e novas tecnologias já impulsionam a criação de diversos serviços.

A Visão Estratégica da Saúde Digital, torna atual os conceitos de Saúde Digital acumulados até então e apresenta o que o governo brasileiro pretende alcançar no período de 2020 a 2028 com base no conteúdo da Estratégia e-Saúde para o país e no estabelecimento da Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS). A Rede instituída pela Portaria GM/MS nº 1.434, de 28 de maio de 2020²³, apresenta-se como uma plataforma padrão, moderna e interoperável entre sistemas e serviços, informações e conexão indispensável na melhoria do cuidado em saúde prestado à população por meio da Rede de Atenção à Saúde (RAS), com o objetivo de promover a troca de informação entre os pontos da rede permitindo a transição e continuidade do cuidado nos setores público e privado (Figura 3).

O estabelecimento de saúde, ao se integrar à RNDS, passa a contribuir com informações em saúde pertinentes aos usuários que atende. Esse compartilhamento ocorre por meio de modelos que padronizam a forma como os dados são transmitidos, tanto do ponto de vista técnico quanto da qualidade da informação.

Figura 3. Representação esquemática da RNDS como Plataforma nacional de inovação informação e serviços digitais em saúde



Fonte: Ministério da Saúde. RNDS,2024 (<https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/seidigi/rnds>)

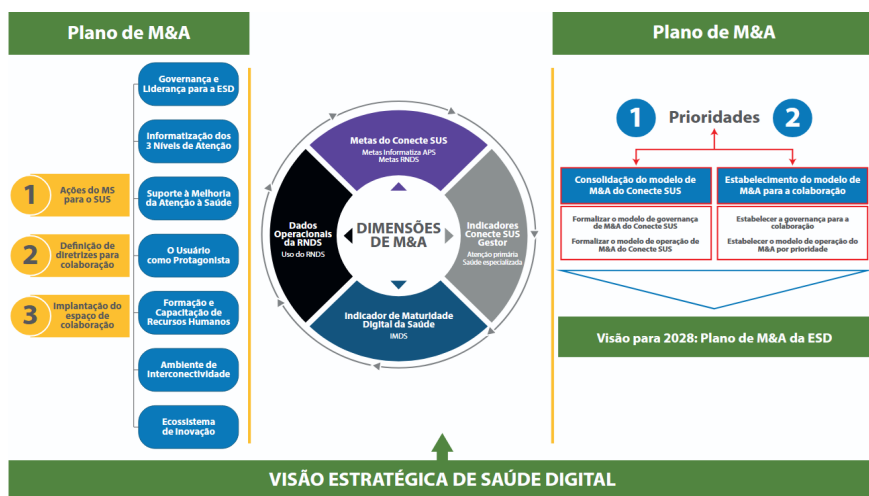
A RNDS, o Conectividade e o Informatiza APS são implementadas por meio do Conecte SUS - Cidadão, Profissional e Gestor, que visa integrar os estabelecimentos públicos de saúde e privados e os órgãos de gestão em saúde dos entes federativos, contribuindo com a melhoria do atendimento ao cidadão e qualificando o processo de tomada de decisão.

O Informatiza APS apoia o processo de informatização das unidades de Atenção Primária de Saúde, assim como promove a qualificação dos dados, subsidiando a gestão dos serviços de saúde e o aperfeiçoamento da assistência médica e multiprofissional ²⁴. Ressalte-se que no contexto da pandemia de SARS-CoV-2, a integração mostrou-se ainda mais necessária para registro e mapeamento de exames, testes, atendimento, entre outros serviços, permitindo assim a continuidade do cuidado oferecido à população nos estabelecimentos de saúde públicos e privados.

Em 2023 foi criada a Secretaria de Informação e Saúde Digital - SEIDIGI, pelo Decreto de 11.358 de 2023 com a responsabilidade de

formular políticas públicas orientadoras para a gestão da saúde digital. A referida secretaria tem a competência de apoiar as Secretarias do Ministério da Saúde na definição de padrões tecnológicos e de interoperabilidade, na utilização e incorporação de tecnologias digitais e tecnologia da informação e comunicação – TIC (telessaúde, infraestrutura de TIC, desenvolvimento de software, interoperabilidade, integração e proteção de dados e disseminação de informações), e monitorar o portfólio de tecnologias de saúde digital e coordenar as políticas de Monitoramento e Avaliação do SUS e de Inovação do Ministério da Saúde (Fig.4)²⁵.

Figura 4. Pilares estruturantes da Estratégia de Saúde Digital (2020-2028)



Fonte: Brasil, 2023²⁵

O plano de transformação digital denominado por Estratégia de Saúde para o Brasil para 2020 –2028 (ESD28) (BRASIL, 2020b), é a estratégia que procura sistematizar e consolidar o trabalho realizado ao longo da última década, materializando-o em diversos documentos com o propósito promover e sintetizar a necessária revisão da Visão Estratégica e do Plano de Ação, Monitoramento e Avaliação de Saúde Digital (PAM&A 2019-2023)²⁶ e emitiu o 4º Relatório de monitoramento e avaliação da estratégia de saúde digital para o Brasil 2020-2028²⁵, que tem no modelo de

M&A e para atender essas necessidades vêm sendo adotadas quatro dimensões representativas do Plano de Ação, a saber:

1. Metas do Conecte SUS²⁴

1.1 Metas do Informatiza APS²⁴

1.2 Metas da RNDS

2. Dados Operacionais da RNDS

3. Maturidade Digital dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde

4. Indicadores Conecte SUS Gestor

O Plano de Monitoramento e Avaliação de Saúde Digital para o Brasil para 2020-2028 descreve a organização e governança das ações de Monitoramento e Avaliação (M&A), bem como o conjunto de atividades a serem executadas e os respectivos atores responsáveis²⁵. O Plano de M&A atende às necessidades de monitoramento e avaliação associadas aos três eixos de ação e às sete prioridades propostas no Plano de Ação com O modelo de governança de Monitoramento e Avaliação deve atender a três níveis: Estratégico Tático e Operacional e adota duas prioridades: Prioridade 1: Consolidar o modelo de Monitoramento e Avaliação do Conecte SUS; Prioridade 2: Estabelecimento do modelo de M&A para a colaboração²⁵.

Com base na ESD28 e dos projetos estruturantes do Programa Conecte SUS e as atividades de M&A estão estruturadas em três pilares, conforme descritos a seguir, que estão interrelacionados e que subsidiam todo esse processo de trabalho (Figura 3)²⁵:

- 1. A Visão Estratégica da Saúde Digital atualiza os conceitos de Saúde Digital acumulados até hoje e apresenta o que se pretende alcançar no horizonte de 2020 a 2028 com base no conteúdo da Estratégia e-Saúde para o Brasil e no estabelecimento da Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS).

- 2. O Plano de Ação para a Saúde Digital (2020-2028) descreve o conjunto de atividades previstas e os recursos necessários para implementar a Visão de Saúde Digital, associados a etapas evolutivas. O Plano foi elaborado em torno de 3 grandes eixos de ação, 7 prioridades e 18 subprioridades que, ao serem atendidas, levarão gradativamente à Visão. As prioridades são detalhadas em subprioridades, e estas, por sua vez, divididas em ações que visam responder às prioridades apresentadas.
- 3. O Plano de Monitoramento e Avaliação da Saúde Digital para o Brasil para 2020-2028 monitora e avalia as iniciativas desencadeadas pelo Plano de Ação para que o mantenha adequado e sistematicamente aderente à Visão de Saúde Digital, possibilitando revisar periodicamente o Plano de Ação para readequação, adaptando-o a novas necessidades, e aproveitando novas oportunidades de captura de valor.

Solução Conecte SUS e “Meu SUS Digital”

O **Meu SUS Digital**, antigo Conecte SUS²³, é uma solução de Saúde Digital que visa facilitar o acesso às informações em saúde, promovendo a continuidade do cuidado, a transparência e a segurança dos dados. O aplicativo possibilita aos cidadãos brasileiros o acesso às suas informações de saúde, bem como a de seus familiares (Fig.5).

O usuário pode acompanhar seu histórico clínico, os dados de vacinação, resultados de exames, medicações, posição na fila de transplante, entre outros serviços a fim de efetivar a informatização da atenção à saúde por meio da inovação e transformação digital.

Figura 5. Meu SUS Digital



Fonte: <https://meusudigital.saude.gov.br/login>

O Meu SUS Digital está disponível nas versões Web e em aplicativo iOS e Android e é abastecido pelas informações disponíveis na Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS), o qual envia e recebe as informações de saúde de forma segura, íntegra e auditável.

O Meu SUS Digital disponibiliza a Carteira de Vacinação Digital; Certificado Nacional de Vacinação Covid-19; Certificado Internacional de Vacinação ou Profilaxia (CIVP); e Autorização para retirada de absorventes pelo programa da Dignidade Menstrual que é feito nos estabelecimentos credenciados pela Farmácia Popular.

A saúde digital como se pode perceber é diversa e é mais abrangente do que a saúde eletrônica (e-saúde) e inclui o uso de sistemas de prontuários eletrônicos, telemedicina, telessaúde e plataformas digitais para a gestão de dados em saúde e hoje está instalado em incontáveis *smartphones* no país. A saúde digital tem enorme potencial para melhorar a saúde pública e mesmo em fase de desenvolvimento de políticas digitais já trouxe benefícios para a população, tais como: mais eficiência e acessibilidade para o cuidado; facilidade para a gestão e o compartilhamento de dados; desenvolvimento de novas formas de cuidado em saúde, como o teleatendimento e a telemedicina.

A Saúde Digital também é fundamental para apoiar o Sistemas de Vigilância em Saúde por meio do apoio a recolha, a análise e a interpretação contínuas e sistemáticas de dados para utilização em contextos de saúde. Fornecem capacidades de *software* que utilizam protocolos para gerar informação de monitoramento do estado de saúde da população e possibilitar projeções estratégicas para planejamento na implementação das políticas públicas.

Instituto de Saúde/SES SP e estudos sobre interfaces entre tecnologias e saúde

Iniciativas de reflexão sobre tecnologia e Saúde já se constituem um campo de preocupações dos pesquisadores do Instituto de Saúde (IS), órgão de pesquisa da estrutura da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, que vem de longa data tratando das interfaces entre tec-

nologias e saúde em suas áreas de pesquisa e formação. Analisando as publicações dos últimos vinte anos encontramos a abordagem de temas correlatos na produção editorial do IS nas edições do Boletim do Instituto de Saúde (BIS) e nos livros da coleção Temas em Saúde Coletiva.

Alguns desses esforços e reflexões se apresentam em 2003, com a edição do BIS temático sobre Ciência Tecnologia e Inovação em Saúde²⁷, que traz a discussão sobre Ciência/Inovação e Saúde e prioridades de pesquisa e fomento de pesquisa nesse campo; em 2007, sobre Tecnologia Autonomia e Saúde²⁸, abordando aspectos éticos e aumento da capacidade de decidir com informações relevantes para o usuário, a inovação e a regulação como necessidade para o SUS de São Paulo; em 2013, Avaliação de Tecnologias de Saúde²⁹ com síntese do conhecimento produzido sobre as implicações da utilização das tecnologias compreendidas como medicamentos, equipamentos, procedimentos técnicos, sistemas organizacionais, informacionais, educacionais e de suporte, programas e protocolos assistenciais, por meio dos quais a atenção e os cuidados com a saúde são prestados à população; em 2020, editou-se Comunicação em Saúde na Era Digital³⁰, o qual trata de novas tecnologias que provocaram mudanças profundas na área da comunicação, incluindo uma infodemia; em 2022, editou-se Educação & Saúde na Era Digital³¹, versando sobre a explosão tecnológica dos últimos trinta anos, quando os computadores, a Internet e a mobilidade revolucionaram as práticas de ensino-aprendizado em saúde.

Na Coleção Temas em Saúde Coletiva, em 2015, editou-se o volume 18³², que discutiu proteção à privacidade e acesso às informações em saúde: tecnologias, direitos e ética privacidade, tecnologias, direito e ética na saúde³², que enfocou, entre outros aspectos, a segurança na transferência de dados em telessaúde e telemedicina. Destaca ainda a importância de que as consultas sejam feitas por profissionais de saúde qualificados e que o sigilo das informações de saúde dos indivíduos seja mantido sob contexto ético³⁴; também em 2015 foi produzido o volume 20 da coleção, com o tema avaliação de tecnologias e inovação em saúde no SUS, com desafios e propostas para a gestão³⁴. Em 2017, a coleção Temas em Saúde Coletiva trouxe o título Avaliação de tecnologias de saúde & políticas in-

formadas por evidências³⁵, que discute a formulação, avaliação e a execução de políticas com base em evidências científicas.

O país tem um déficit de tecnologias tradicionais e, nos últimos anos, também necessita atuar para conquistar autonomia de uso e manejo, manutenção da Saúde Digital, mas, principalmente, para escapar de mais uma forma de dependência neocolonial. Para manter os preceitos do SUS no século XXI é preciso ir além do feitiço tecnológico e da ‘dataficação’, criando infraestruturas digitais públicas, reduzindo – ou até eliminando a armadilha da dependência¹⁴.

Considerações Finais

Uma questão importante ao final deste capítulo é: qual o plano da sociedade brasileira para lidar com uma possível catástrofe que destrua os dados e as redes eletrônicas que sustentam a sociedade digital? Estaríamos diante de um retrocesso extremo, como um retorno à Idade da Pedra?

A validade das tecnologias aplicadas à atenção à saúde é uma preocupação do sistema de saúde de São Paulo, que atualmente organiza políticas de saúde digital e segurança do paciente. Nesse contexto, o IS busca contribuir para a qualificação desses processos por meio da produção de pesquisas, publicações, pareceres técnico-científicos e avaliação de evidências. Por fim, em um país marcado pela desigualdade e por uma exclusão social inaceitável, é essencial promover o engajamento do usuário na tomada de decisões sobre sua saúde e bem-estar.

Referências

1. Walker MD. How Modern Technology is changing Medicine and Healthcare. Sheffield, UK. Sickelbrook Publishing [internet]. 2024 [acesso em 29 de jul 2024]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/378262177_DIGITAL_HEALTH_How_modern_technology_is_changing_medicine_and_healthcare#fullTextFileContent

2. Frank SR. Digital health care: the convergence of health care and the Internet. *J Ambul Care Manage* [internet]. 2000; 23(2):8-17. doi: 10.1097/00004479-200004000-00003. Disponível em: https://journals.lww.com/ambulatorycaremanagement/abstract/2000/04000/digital_health_care_the_convergence_of_health_care.3.aspx
3. Oh H, Rizo C, Enkin M, Jadad A. What is eHealth (3): a systematic review of published definitions. *J Med Internet Res* [internet]. 2005;7(1):e1. doi: 10.2196/jmir.7.1.e1. Disponível em: <https://www.jmir.org/2005/1/e1/>
4. Mathews, SC, McShea, MJ, Hanley, CL et al. Saúde digital: um caminho para validação. *Npj Digit. Med* [internet]. 2019 [acesso em 10 set 2024]; 2:38. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31304384/>
5. WHO - World Health Organization. Global diffusion of eHealth: making universal health coverage achievable [internet]. 2016 [acesso em 18 out 2024]. Report of the third global survey on eHealth. Disponível em: 9789241511780-eng.pdf
6. Rock Health. 2016 Year End Funding Report: A Reality Check for Digital Health [internet]. 2016 [acesso em 10 set 2024]. Disponível em: <https://rockhealth.com/reports/2016-year-endfunding-report-a-reality-check-for-digital-health/>
7. Lewis TL, Wyatt JC. mHealth e aplicativos médicos móveis: uma estrutura para avaliar riscos e promover uso mais seguro. *J. Med. Internet Res* [internet]. 2014 [acesso em 15 set 2024]; 16 :9. doi: 10.2196/jmir.2673. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6550273/>
8. WHO - World Health Organization. Global Observatory for eHealth. Building foundations for eHealth: progress of member states: report of the Global Observatory for eHealth. World Health Organization [internet]. 2006 [acesso em 19 dez 2024]. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/43599>
9. WHO - World Health Organization and International Telecommunication Union. National eHealth Strategy Toolkit. World Health Organization and International Telecommunication Union [internet]. 2013 [acesso em 16 nov 2024]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/national-ehealth-strategy-toolkit>
10. Ryu S. Book Review: mHealth: New Horizons for Health through Mobile Technologies: Based on the Findings of the Second Global Survey on eHealth (Global Observatory for eHealth Series, 3). *Healthcare Informatics Research* [internet]. 2012 [acesso em 17 jan 2025]; 18(3):231. Disponível em: <https://synapse.koreamed.org/DOIX.php?id=10.4258/hir.2012.18.3.231>

11. WHO - World Health Organization. Classification of digital health interventions v1. 0: a shared language to describe the uses of digital technology for health. World Health Organization [internet]. 2018 [acesso em 20 out 2024]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-RHR-18.06>
12. WHO - World Health Organization. Classification of digital interventions, services and applications in health: a shared language to describe the uses of digital technology for health, second edition [internet]. 2023 [acesso em 10 set 2024]. Digital Health and Innovation (DHI). Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240081949>
13. WHO - World Health Organization. Global strategy on digital health 2020-2025 [internet]. 2021 [acesso em 10 jan 2025]. Disponível em: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/digital-health-documents/who_brochure_gidh_web.pdf?sfvrsn=479ad67b_3&download=true
14. Souza J, Maldonado F. Saúde digital e o aprofundamento da dependência tecnológica. Le monde Diplomatique Brasil [internet]. 2024 [acesso em 29 set 2024]. Disponível em: <https://diplomatie.org.br/saude-digital-dependencia-tecnologica/>
15. Paula SHB, Bonfim JRA, Louvison M, Martins CL, Capucci PF. Associação Paulista de Saúde Pública: 40 anos de atuação no movimento sanitário paulista [internet]. São Paulo: Instituto de Saúde; 2014 [acesso em 20 set 2024]. Disponível em: <https://abrasco.org.br/wp-content/uploads/2014/06/li-vro-40-anos-APSP-2014.pdf>
16. WHO - World Health Organization. Report of the third global survey on eHealth [internet]. Genebra: Organização Mundial da Saúde. 2016 [acesso em 26 jan 2024]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241511780>
17. Ministério da Saúde (BR), Secretaria-Executiva. Departamento de Monitoramento e Avaliação do SUS. Política Nacional de Informação e Informática em Saúde [internet]. Brasília (DF); 2016 [acesso em 26 jan 2024]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_infor_informatica_saude_2016.pdf
18. Brasil. Lei nº 13.853, de 8 de julho de 2019. Altera a Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, para dispor sobre a proteção de dados pessoais e para criar a Autoridade Nacional de Proteção de Dados; e dá outras providências [internet]. 2019 [acesso em 20 jan 2024]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-13853-de-8-de-julho-de-2019-190107897>
19. Ministério da Saúde (BR), Secretaria-Executiva. Departamento de Informática do SUS. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028 [internet].

- Brasília (DF); 2020a [acesso em 20 fev 2024]. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia_saude_digital_Brasil.pdf
20. Ministério da Saúde (BR). Departamento de Informática do SUS. Plano de ação, monitoramento e avaliação da estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2019-2023 [internet]. Brasília (DF); 2020b [acesso em 23 jan 2024]. Disponível em: <https://saudedigital.saude.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/PAMA-Saude-digital.pdf>.
 21. Modolo L, Carvalho S, Dias T. Questões da saúde digital para o SUS: a saúde móvel e a automação algorítmica do saber-poder da medicina. Saúde Soc [internet]. 2023 [acesso em 29 out 2024];32(3) e220245pt. Disponível em: scielo.br/j/sausoc/a/vHxpLt6LR6MDxJW3yCdrRwt/?format=pdf
 22. CFM - Conselho Federal de Medicina. Resolução CFM nº 2.314/2022 [internet]. [acesso em 10 fev 2025]. Disponível em: https://sistemas.cfm.org.br/normas/arquivos/resolucoes/BR/2022/2314_2022.pdf
 23. Ministério da Saúde (BR). Portaria nº 1.434, de 28 de maio de 2020. Institui o Programa Conecte SUS e altera a Portaria n1. /GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para instituir a Rede Nacional de Dados em Saúde e dispor sobre a adoção de padrões de interoperabilidade em saúde. Diário Oficial da União. 24 maio 2020c
 24. Ministério da Saúde (BR). Portaria nº. 2983, de 11 de novembro de 2019. Institui Programa de Apoio à Informatização e Qualificação dos Dados da Atenção Primária à Saúde - Informatiza APS. Diário Oficial da União. 13 nov 2019; Seção 1:99.
 25. Ministério da Saúde (BR), Secretaria-Executiva. Departamento de Informática do SUS. 4º Relatório de monitoramento e avaliação da estratégia de saúde digital para o Brasil 2020-2028 [internet]. 2023 [acesso em 29 out 2024]. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/4_relatorio_monitoramento_saude_digital.pdf
 26. Ministério da Saúde (BR). Comitê Gestor da Estratégia e-Saúde. Estratégia e-Saúde para o Brasil [internet]. Brasília (DF); 2017 [acesso em 10 jan 2025]. Disponível em: <https://www.conasems.org.br/wp-content/uploads/2019/02/Estrategia-e-saude-para-o-Brasil.pdf>.
 27. Boletim do Instituto de Saúde [internet]. São Paulo: Instituto de Saúde; 2003 [acesso em 10 jan 2025]; 29. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/bis/issue/view/2223/43>
 28. Boletim do Instituto de Saúde [internet]. São Paulo: Instituto de Saúde; 2007 [acesso em 10 jan 2025]; 42. São Paulo. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/bis/issue/view/2180/2>

29. Boletim do Instituto de Saúde [internet]. São Paulo: Instituto de Saúde; 2013 [acesso em 10 jan 2025]; 14 (2). Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/bis/issue/view/2192/15>
30. Boletim do Instituto de Saúde [internet]. São Paulo: Instituto de Saúde; 2020 [acesso em 29 jan 2025]; 21(1). Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/bis/issue/view/2612>
31. Boletim do Instituto de Saúde [internet]. São Paulo: Instituto de Saúde; 2022 [acesso em 28 out 2024]; 23(2). Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/bis/issue/view/2715/561>
32. Keinert, TMM, Sarti FM, Cortizo CT, Paula SHB. Proteção à privacidade e acesso às informações em saúde: tecnologias, direitos e ética [internet]. São Paulo: Instituto de Saúde; 2015 [acesso em 20 jan 2025]. (Temas em Saúde Coletiva; 18). Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/ses/resource/pt/biblio-1082759>
33. Basile FRM, Thomé Filho M, Amate FC, Silva RR, Paula SHB, Goroso DG. Segurança de transferência de dados em Telessaúde e Telemedicina. In: Keinert TMM, Sarti FM, Cortizo CT, Paula SHB. Proteção à privacidade e acesso às informações em saúde: tecnologias, direitos e ética São Paulo: Instituto de Saúde; 2015. (Temas em Saúde Coletiva; 18). Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/ses/resource/pt/biblio-1082759>
34. Toma T S, Soares AC, Bortoli MC, Pirotta KM, Venâncio SI, organizadores. Avaliação de tecnologias e inovação em saúde no SUS: desafios e propostas para a gestão. São Paulo: Instituto de Saúde, 2015. (Temas em Saúde Coletiva; 20)
35. Toma TS, Pereira TV, Vanni T, Barreto JOM, organizadores. Avaliação de tecnologias de saúde & políticas informadas por evidências [internet]. São Paulo: Instituto de Saúde; 2017 [acesso em 10 dez 2024]. (Temas em Saúde Coletiva; 22). Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/05/996637/avaliacao-de-tecnologias.pdf>

Construindo a Política Estadual de Saúde Digital

**Maria Cristina Coimbra Lages Balestrin de Andrade^I,
Sílvia Helena Bastos de Paula^{II}**

Introdução

Neste capítulo, apresentam-se reflexões sobre o uso de tecnologias digitais na Saúde e a configuração do programa de Ação de Saúde Digital, ressaltando-se o compromisso da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SES-SP), pois é um projeto estruturante e uma das metas do governo estadual. Apresenta-se também em linha de tempo uma síntese dos passos e alianças estabelecidas para que os propósitos definidos sejam alcançados em todo o território paulista.

Para tal adotou-se estratégia de construção compartilhada com base em análise situacional de fortalezas e fragilidades, para subsidiar o plano de ação estadual de Saúde Digital. Os principais parceiros deste percurso são: Ministério da Saúde, por meio da Secretaria de Informação e Saúde Digital (SEIDIGI), a Secretaria de Gestão e Governo Digital (SGGD), a Companhia de Processamento de Dados do Estado de São Paulo (PRODESP), o Conselho de Secretários Municipais de Saúde (CO-

I Maria Cristina Coimbra Lages Balestrin de Andrade é médica, especialista em Administração em Saúde, Hematologia e Hemoterapia, e Direito do Terceiro Setor pela Escola Superior de Advocacia (ESA) da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB) e Master em Economia aplicada à Saúde, Assessora do Gabinete do Secretário de Saúde responsável pela Saúde Digital.

II Sílvia Helena Bastos de Paula (silviabastos@isaude.sp.gov.br) é pesquisadora científica (PqC VI) do Instituto de Saúde da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, exercendo a diretoria geral como Diretor Técnico de Saúde III. Graduada em Enfermagem com Pós-doutorado em Saúde Coletiva na Universidade Estadual do Ceará na área de concentração de avaliação em saúde. Doutorado no Programa de Pós-graduação da CCD/SES/SP, pelo Instituto Emilio Ribas com área de Concentração em Saúde Pública e Infectologia. Mestrado em Saúde Pública pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e Especialização em Saúde Pública pela UFC, especialista pela Fiocruz na Formação de Ativadores de Processos de Mudança na Educação Superior de Profissionais de Saúde.

SEMS-SP), a Câmara Técnica de Saúde Digital do Conselho Nacional de Secretários de Saúde (CONASS) e o Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC/FMUSP).

Os principais avanços apontados se referem à estruturação do Núcleo de Informações Estratégicas em Saúde; aos resultados da avaliação do Índice Nacional de Maturidade em Saúde Digital para o estado de São Paulo, bem como ao diagnóstico situacional segmentado nas 18 Redes Regionais de Atenção à Saúde (RRAS) e à elaboração de planos de ação, ao desenvolvimento de um Projeto de Pesquisa e Inovação em Saúde Digital, à oferta de serviços de Saúde no app do Poupatempo^{III}, e à definição de uma plataforma de gestão hospitalar, desenvolvida em modelo colaborativo.

Antecedentes da Saúde Digital

No Brasil, o conceito de Saúde Digital (SD) tem impulsionado a adoção de boas práticas no Sistema Único de Saúde (SUS), tal como indicado no documento “Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028”^{1,2,3}.

O conceito de Saúde Digital é parte da evolução do termo “e-saúde”, que surgiu no final de 1999 durante o 7º Congresso Internacional de Telemedicina e Teleassistência, que aconteceu em Londres, no Reino Unido. No referido evento, o australiano John Mitchell, de Sidney, apresentou um estudo do governo nacional que reconheceu “a relação custo-eficácia da telemedicina e da telessaúde e seu potencial para melhorar o cuidado em saúde com o uso integrado de telecomunicações e tecnologia da informação no setor da saúde”. Assim o termo “e-saúde” passou a descrever o uso combinado de comunicação e tecnologias de informação no setor saúde com uso de dados digitais – transmitidos, armazenados e recuperados eletronicamente – para fins clínicos, educacionais e administrativos, tanto no local quanto à distância⁴.

Nos dias atuais, a Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta a Informática Biomédica e Ciência de Dados como áreas afins à SD, entre

III Poupatempo é a designação de um programa implantado pelo Governo do Estado de São Paulo, em 1997, que hoje oferece mais de quatrocentos serviços distintos ao cidadão paulista. Desde 2020 estendeu essa prestação de serviços por intermédio de recursos digitais, inclusive por aplicativos (app).

as indicações da *Global Strategy on Digital Health*⁵, que compreende esforços mundiais a fim de potencializar e promover a saúde para todos, em todos os lugares. Isto é, ao unificar todos os conceitos de aplicação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) em Saúde, a SD amplia e se caracteriza como área de conhecimento e prática, e absorve os conceitos da utilização avançada das tecnologias digitais, incluindo os recursos emergentes.

Os esforços para modificar a inserção de tecnologias de informação e conectividade nos campos de serviços sociais, de educação e de saúde vêm determinando mudanças nas técnicas e nas tecnologias para implementação de políticas públicas e prestação de serviços. No campo da Saúde, as Tecnologias Digitais em Saúde (TDS) são utilizadas tanto no plano clínico quanto no plano coletivo. A colaboração e troca de conhecimento entre regiões, países, centros de pesquisa, empresas, organizações de saúde e associações de usuários ou cidadãos, constituem importantes meios para se alcançar o que se acredita ser a forma ética de emprego de tecnologias digitais aplicadas ao campo da atenção à saúde. Assim, está no cerne da saúde digital, como é considerada pela OMS, ser uma estratégia para ampliar o acesso à saúde e melhorar as condições de vida das populações⁶.

As tecnologias estão sendo aplicadas na saúde com maior ênfase desde a pandemia de covid-19, ocorrida entre 2020 e 2021, que nos exigiu manter certo grau de isolamento social e distância física entre indivíduos. Sobre o uso de tecnologias para tornar possível a prestação de cuidados em saúde, notadamente quando tratamos de saúde pública, sabe-se que, no plano individual de cuidados clínicos, programas de computação especializados e complexos realizam diversos serviços de apoio diagnóstico e terapêutico (SADT).

Quando se refletem no plano coletivo da atenção à saúde, essas tecnologias são aplicadas na criação e manutenção de bases de dados, que recebem informações por meio de redes digitais que buscam interligações para ampliar sua utilização e para fazer cruzamentos de informação com rapidez, de modo que propiciem utilidade na geração de informação nas esferas de políticas públicas em saúde⁷.

No campo da atenção à saúde e implementação de políticas de tecnologia, gestores consideram um escopo de conhecimentos sobre o con-

junto de saberes, práticas e técnicas que se agregam efetivamente na denominada SD⁸. Algumas estratégias devem ser adotadas para validar o uso de tecnologias em contextos reais dotados de condições e infraestrutura, que lhe conferem plena capacidade de desempenho, comparados com o uso de SD em ambiências com restrições de infraestrutura, com a intenção de desenvolver competências imprescindíveis para formulação e utilização de tecnologias com caráter transformador, de modo inteiramente renovado.

A Portaria do Ministério da Saúde nº 3.232, de 1º de março de 2024⁹, trata da instituição do Programa SUS Digital, composto por três eixos, que deverão ser utilizados para a organização da estrutura de ações e estratégias propostas nos planos de ação de transformação digital, nas diferentes esferas de governo. Assim, cada atividade deverá se referir a um destes eixos:

- Eixo 1: cultura de saúde digital, formação e educação permanente em saúde;
- Eixo 2: soluções tecnológicas e serviços de saúde digital no âmbito do SUS;
- Eixo 3: interoperabilidade, análise e disseminação de dados e informações de saúde.

Em complemento, a Portaria do Ministério da Saúde nº 3.727, de 21 de maio de 2024, altera a portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, e institui o Índice Nacional de Maturidade em Saúde Digital (INMSD), elaborado pela Secretaria de Informação e Saúde Digital (SEIDIGI/MS), responsável pela ordenação e transformação digital no SUS e encarregada do armazenamento e análises dos dados coletados por estados e municípios⁹.

O INMSD é um instrumento auto aplicado que viabiliza a avaliação do grau de maturidade de saúde digital de cada Estado, Municípios e Distrito Federal em diferentes domínios. É o resultado de métricas utilizadas para o diagnóstico, monitoramento e avaliação da maturidade digital, incluindo os indicadores de maior importância para demonstrar a sustentabilidade de ações e serviços de saúde digital⁹.

O instrumento INMSD é aplicado para levantamento de situação e apresenta questionamentos em sete domínios estrategicamente dispostos: Gestão e Governança em Saúde Digital; Formação e Desenvolvimento Profissional; Sistemas e Plataformas de Interoperabilidade; Telessaúde e Serviços Digitais; Infoestrutura; Monitoramento, Avaliação e Disseminação de Informações Estratégicas; Infraestrutura e Segurança⁹.

Os tipos de dados coletados permitem identificar pontos que têm potências e fragilidades, que em conjunto criarão evidências que apoiem esforços dos estados para construir uma estratégia de avaliação abrangente, com base em métricas e indicadores que expressem de forma equitativa o panorama de saúde digital, considerando a diversidade geográfica e as desigualdades existentes no país.

O Índice Nacional de Maturidade em Saúde Digital considera a privacidade e confidencialidade de dados de saúde, gestão e governança. Os dados coletados do Índice foram enviados para a Plataforma InvestSUS, onde estão armazenados e analisados de modo a oferecer apoio quanto ao planejamento e financiamento de projetos e planos de ação de transformação para a saúde digital^{9,10}.

Ao aderir à Política Nacional de Saúde Digital e Inovação no SUS, o gestor teve ciência das etapas previstas, comprometendo-se a cumprir as fases seguintes¹¹:

- I. Diagnóstico Situacional do território, com observância da macrorregião de saúde a que se refere o plano de ação;
- II. Estabelecimento do grau de maturidade digital com base na aplicação do Índice Nacional de Maturidade em Saúde Digital - INMSD;
- III. Análise do diagnóstico situacional do território e recomendações de ações decorrentes da aplicação do INMSD.

A manifestação de interesse na adesão ao Programa SUS Digital foi realizada no módulo homônimo no portal InvestSUS em até 30 (trinta) dias a contar da data da Portaria do Programa SUS digital¹¹. O passo inicial desse esforço foi a manifestação da adesão, seguido do preenchimento do instrumento INMSD. Nessa fase, todos os municípios do

país aderiram ao programa, fruto de esforço conjunto do Ministério da Saúde, dos entes federados, CONASS, CONASEMS e, no estado de São Paulo, da relevante atuação do Grupo de Trabalho Bipartite, composto por representantes da SES e do COSEMS SP, por meio da *Deliberação CIB nº 31, 16-05-2023*.

As fases seguintes foram a elaboração do diagnóstico situacional, envio dos dados para a Plataforma InvestSUS e elaboração do plano de ação para SD. O propósito desse processo é consolidar um conjunto de dados que possam contribuir na reflexão sobre as principais questões que a unidade territorial de saúde deve considerar na construção do seu Plano de Ação de Saúde Digital (PASD), tendo como premissa aspectos da regionalização para a organização da Rede Regional de Atenção à Saúde (RRAS) e suas Redes Temáticas, na busca da qualificação e ampliação do acesso aos serviços de saúde para os usuários do SUS^{8,9,10}.

No estado de São Paulo, o diagnóstico situacional apresentou os seguintes resultados:

- ✓ Existência de iniciativas de telessaúde em diversas RRAS, porém, com cobertura das ações limitada;
- ✓ As regiões com IDH mais baixo enfrentam desafios relacionados ao acesso a serviços de saúde e qualidade de vida;
- ✓ As taxas de cobertura de banda larga e telefonia móvel são variadas, com algumas regiões significativamente abaixo da média estadual;
- ✓ De modo geral as macrorregiões de saúde não possuem equipamentos, ambientes e infraestrutura adequados para disponibilizar serviços relacionados à SD. Em que pese a proximidade, municípios vizinhos apresentam realidades muito distintas;
- ✓ Há uma escassez generalizada de profissionais de saúde e ausência de estrutura para educação permanente em diversas regiões;

- ✓ A maioria dos municípios paulistas está conectada com a Rede Nacional de Dados em Saúde, RNDS, apenas parcialmente.

Dentre os resultados encontrados no Diagnóstico Situacional, estão claros os desafios relacionados ao “Eixo 1: cultura de saúde digital, formação e educação permanente em saúde”, que se fez presente em todas as regiões do estado, independentemente do IDH e do nível de incorporação de soluções tecnológicas e ofertas de telessaúde, bem como os relacionados ao “Eixo 3: interoperabilidade, análise e disseminação de dados e informações de saúde”.

Apesar de o estado apresentar uma infraestrutura avançada em várias áreas, especialmente nas regiões metropolitanas, há regiões com carências expressivas, como falta de profissionais especialistas, apontando a necessidade de ampliação dos serviços de telessaúde e de atenção primária. Há ainda insuficiente integração digital na saúde do estado, notadamente nas RRAS situadas nas áreas mais periféricas do estado.

A necessidade de fortalecer a capacitação permanente de profissionais de saúde e a expansão de redes de serviços especializados nas macrorregiões são prioridades para favorecer a melhor cobertura de serviços de saúde, de modo equitativo, em todo o estado de São Paulo.

O Programa SUS Digital visa modernizar e integrar os sistemas de saúde do país, a gestão de informações e o acesso dos cidadãos a serviços de saúde mais eficientes e de qualidade, por meio do aplicativo oficial do Ministério da Saúde: o “Meu SUS Digital”. Recentemente, se constituiu numa nova porta de acesso ao SUS.

O Programa SUS Digital, importante estratégia de acesso para profissionais e população em geral, tem por objeto a saúde digital, com enfoque multidisciplinar, com escopo na intersecção entre tecnologia, informação e saúde, incorporando *software*, *hardware* e serviços como parte do processo de transformação digital.

Nesse Programa, a SD abrange: sistemas de informação interoperáveis, registro eletrônico de dados de saúde, aplicação da ciência de dados, inteligência artificial, oferta de telessaúde, aplicações móveis de saúde, dispositivos vestíveis, robótica aplicada, medicina per-

sonalizada, e internet das coisas, entre outros, voltados para o setor de saúde¹⁰.

Os Planos de Ação, em fase de elaboração nas diversas RRAS, com prazo limite para o envio ao Ministério da Saúde em 17 de março de 2025, deverão ser utilizados para a organização e estruturação das estratégias de transformação digital, de tal forma a contemplar os três eixos, que podem ser resumidos em fomento de: cultura de saúde digital, formação e educação permanente em saúde; soluções tecnológicas e serviços de saúde digital no âmbito do SUS; interoperabilidade, análise e difusão de dados e informações de saúde^{10,11}.

Linha de tempo da Saúde Digital de São Paulo

A Saúde Digital (SD) é um compromisso da SES-SP, um projeto estruturante e uma das metas do governo estadual; porém, sabe-se que a construção é desafiadora, porque depende de muitas áreas para validar um modelo adequado à realidade do estado^{10,11}. As iniciativas do período de pandemia da covid-19 foram importantes, porém, passado o período de emergência sanitária, as ações devem ser rigorosamente planejadas, de forma consistente e estruturante.

A Secretaria de Gestão e Governo Digital em São Paulo (SGGD), constituída em 2023, é responsável pela criação de soluções que viabilizem a transformação digital de serviços do estado de São Paulo, pela elaboração da política central de compras, gestão de recursos humanos, pelo desenvolvimento de modelos organizacionais e pelas gestões do patrimônio do estado e dos arquivos públicos.

A construção e implementação da política de Saúde Digital no estado cabe à Secretaria da Saúde, com apoio da SGGD, estando alinhada à “Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020 - 2028”³, à Estratégia de Governo Digital de São Paulo 2023 - 2026, além de absoluto alinhamento ao Programa SUS Digital, do Ministério da Saúde, em que pese as premissas no estado de São Paulo terem sido construídas ao longo do ano de 2023, anteriormente à publicação do Programa SUS Digital.

O propósito da política é tornar o estado uma referência em utilização da SD no país, estabelecendo e promovendo a transformação digital do Sistema Único de Saúde de São Paulo.

A adesão ao Programa SUS Digital, o estabelecimento de parcerias, o resgate e aprimoramento de projetos anteriores, como, por exemplo, o “Remédio em Casa”, em parceria com a PRODESP, dentre outros, tem o propósito de facilitar o acesso a informações de saúde, promover a continuidade do cuidado, reduzir iniquidades no acesso, fomentar o uso ético de tecnologias digitais; realizar o diagnóstico SUS digital; promover a cultura da SD; e a interoperabilidade entre os sistemas^{11,12,13}.

Em fevereiro de 2023, durante o 36º Congresso do COSEMS/SP/2023, aconteceu o Seminário de Saúde Digital, ocasião em que foi proposta a criação do Grupo de Trabalho (GT) Bipartite de Saúde Digital para discutir o tema com os municípios em Reunião da Comissão Inter-gestores Bipartite (CIB). Na ocasião, foi realçada a importância e a abrangência da Saúde Digital para contribuir na atenção hospitalar das redes estadual e municipais, na tele saúde e nas regiões do estado de São Paulo e ainda os conflitos e muitos problemas que poderiam advir no curso da implementação¹⁴.

O grupo de trabalho bipartite de saúde digital foi uma iniciativa pioneira, de grande relevância para a construção compartilhada do trajeto de transformação digital em saúde, de modo estruturado, seguro, assertivo e custo-efetivo. A finalidade dessa articulação é fazer um diagnóstico para conhecer a infraestrutura existente, iniciativas exitosas, avaliar possibilidades de expansão, capacitar pessoas, identificar potencialidades de parcerias, entre muitas atribuições dessa comissão.

A Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SES-SP) organizou um grupo de gestão interno para a SD e se alinhou com o Ministério da Saúde, por meio da Secretaria de Informação Digital (SEIDIGI/MS), criada em janeiro de 2023, e responsável por formular políticas públicas para SD, e que formalizou convênio para implementação de alguns produtos previstos nessa parceria¹².

Por meio do “Projeto São Paulo Mais Digital”, gerido pela SGGD, recursos do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) estão destinados para investimentos em Saúde Digital, no que são chamados de três produtos:

- ✓ Implementação de plataforma para apoio ao monitoramento, avaliação e planejamento das ações em saúde da Atenção Primária, que será disponibilizada por meio de adesão voluntária aos municípios do estado. Dentre seus objetivos, pretende-se a melhoria na visibilidade e no entendimento sobre dados de saúde; a qualificação dos registros dos dados da APS; a redução de desperdícios e sobrecargas nos serviços de saúde; a organização do processo de trabalho das equipes de saúde e de gestão; o atendimento direcionado para os que mais precisam; a promoção de ações em saúde utilizando análises preditivas; o aumento da satisfação da população;
- ✓ Implementação do Histórico Clínico Digital, ferramenta de barramento, que tem por objetivo integrar os sistemas de gestão hospitalar do estado, com evolução prevista para integração dos sistemas da atenção especializada e atenção básica, que permitirá a interoperabilidade entre os sistemas heterogêneos utilizados pelas entidades de saúde, bem como a integração dos dados clínicos da população do estado de São Paulo, com o intuito de racionalizar os recursos e garantir maior eficiência e qualidade na assistência à saúde da população;
- ✓ Consultoria especializada para apoio na reestruturação e redesenho da Central de Regulação da Oferta de Serviços de Saúde (CROSS), visando ampliação de sua atuação para além de uma central de agendamentos, de tal forma a permitir lógica adequada, transparência e qualificação das filas e dos processos de regulação, garantindo o direito à informação para municípios e cidadãos. Está prevista a incorporação de tecnologias avançadas, incluindo a Inteligência Artificial (IA), para otimizar protocolos de regulação e alocação de recursos, visando a melhoria contínua dos serviços de saúde, além da efetivação de integração fluida entre as diversas instâncias de regulação, eliminando barreiras operacionais e promovendo gestão de saúde coletiva e colaborativa.

Fruto de parceria com a PRODESP, as diversas áreas técnicas da SES-SP, sob a liderança do Grupo de Informática em Saúde (GIS), vêm estruturando o Núcleo de Informações Estratégicas em Saúde (NIES), no qual estão sendo centralizados dados em saúde, de tal forma que seja otimizado o acesso a estes, não só para o apoio à tomada de decisões estratégicas, bem como para a formulação de políticas públicas eficazes¹⁵.

Em parceria com o Hospital das Clínicas da FMUSP, foi firmado Convênio de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) Nº 01/2023, publicado no DO de 28 de dezembro de 2023, tendo como objeto a realização de prova de conceito (POC) ao longo de trinta e seis meses para quatro iniciativas de Telessaúde - TeleUTI, TeleAPS, TeleSAP, AME + Digital; com o propósito de serem instrumentos de pesquisa observacional em menor escala nos três níveis de atenção à saúde para coleta de dados e informações.

As análises das iniciativas-modelo permitirão avaliar as hipóteses do projeto de pesquisa, que trata as soluções em Saúde Digital como processos mais eficientes e de qualidade superior para serviços de saúde pública do estado de São Paulo.

De forma geral, foram previstas iniciativas estruturantes e expandidas, com realização das seguintes atividades:

- A- Estruturantes:** Estruturação e implementação de Centros Líderes e de Comando de Inovação em Saúde Digital; Mapeamento de iniciativas de Saúde Digital existentes nas unidades prestadoras de serviços para o SUS no estado de São Paulo; Mapeamento de requisitos tecnológicos para transformação Digital em Saúde; Definição de recursos tecnológicos para ampliação das ofertas em Telessaúde; Validação de modelos de transformação digital em Saúde; Gestão de plataformas digitais; Capacitação em telessaúde, gestão da inovação, e, projetos;
- B- Expandidas:** Oferta de Teleconsultas, Teleinterconsultas, Teleconsultoria; Telemonitoramento; e Telediagnóstico, Pronto Atendimento Digital, *lato sensu*^{8,16,17}.

Em maio de 2024 foi criada dentro do App do Poupatempo, em parceria com a SGGD uma “Área da Saúde” e, desde então, gradativamente, já foram implantadas as ofertas dos seguintes serviços:

- ✓ Saúde da Mulher – consulta ao itinerário das carretas de Mamografia, e agendamento de mamografias no Programa *Mulheres de Peito*;
- ✓ Saúde do Homem – agendamento de exames preventivos nas especialidades de cardiologia e urologia, para homens a partir dos 50 anos, no Programa *Filho que Ama leva o pai ao Ame*.
- ✓ Vida sem Drogas – *Vida sem Nicotina*, que permite avaliação de score de risco para tabagismo e indicação da rede de tratamento para tabaco e ou qualquer outra forma de nicotina. *Vida sem Álcool*, que permite avaliação de problemas relacionados ao álcool – AUDIT, para, se necessário, sugestão de encaminhamentos à UBS ou CAPS;
- ✓ Acompanhamento de Filas – Consulta na Lista de Espera de Transplantes, e acesso à Lista da Regulação da Oncologia;
- ✓ Saúde para Todos – Consulta aos Hemocentros públicos do estado;
- ✓ Carteira de Vacinação – Obtenção de Carteira de Vacinação da covid-19, emissão e validação de certificado de Vacinação da covid-19.

Em agosto de 2024, o governo estadual inaugurou o Centro Líder de Inovação em Saúde Digital do Estado, uma iniciativa do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Saúde Digital (PD&I Saúde Digital). À ocasião, foi lançado um audacioso programa de SD da rede pública paulista, oferecendo tecnologias que permitirão o aperfeiçoamento, maior resolutividade e melhoria de acesso e diagnóstico para todos os segmentos da população¹⁶.

O Centro Líder integra os modelos de telessaúde numa jornada digital em vários pontos de atenção da Rede Regional de Atenção à Saúde: atenção primária com o Tele Atenção Primária de Saúde (Tele APS), oferecido a pacientes de Unidades Básicas de Saúde (UBS) e de Unidades da Estratégia de Saúde da Família (ESF), e no cuidado domiciliar da Atenção Básica de Saúde e Atenção Domiciliar Digital (ADD); atenção primária para a população privada de liberdade, TeleSAP; atenção especializada através do “Ame + Digital”, contemplando a população privada de liberdade, além da população em geral.

Nessa modalidade de atendimento, o agendamento é feito pela regulação no Sistema Informatizado de Regulação do Estado de São Paulo (SIRESP); os atendimentos de alta complexidade estão contemplados na iniciativa de TeleUTI, que visa apoio para equipes e otimização da utilização da rede de leitos disponíveis no estado¹⁶.

Atualmente, com iniciativas implantadas em cento e dezessete municípios do estado, com mais de dois mil profissionais capacitados, sessenta e dois protocolos clínicos desenvolvidos, dezessete especialidades médicas contempladas, trinta mil atendimentos realizados e um milhão de pessoas potencialmente impactadas, o PD&I em Saúde Digital aponta para excelentes perspectivas¹⁶.

O estabelecimento de parcerias pela SES-SP com o Ministério da Saúde, por meio da SEIDIGI, com a SGGD, PRODESP, CONASS, COSEMS/SP, Hospital das Clínicas da FMUSP e de outras parcerias previstas, bem como o recente ingresso na Comunidade AGHUse, para instalação de ferramenta de gestão hospitalar, desenvolvida em modelo colaborativo, tem sido crucial para a implantação do modelo de Saúde Digital do estado, bem como para apoiar decisões mais assertivas e custo efetivas¹⁸.

Considerações

A Saúde Digital no país é um recurso para firmar na prática a implementação dos princípios do SUS, ou seja, universalidade como eixo e coluna central, diretriz primeira, para alcançar o acesso à saúde para todas as pessoas no país de forma equânime.

É necessário preparar profissionais que sejam capazes de dialogar com a saúde digital e adotar a diretriz de implementação, fazendo a observância da política e da ética da vida e do cuidado com integralidade e que chegue ao usuário em momento oportuno para atender as necessidades de saúde de todos.

O diálogo com o setor privado e com o setor produtivo no campo da Saúde Digital, além de necessário, deve ser pautado de maneira alinhada com os interesses e diretrizes das políticas públicas e das instâncias de participação e controle social do SUS.

Os esforços que o estado de São Paulo empreende nessa gestão estão sedimentando uma estratégia permanente, que deve compor o núcleo de operação do SUS paulista em constante e ininterrupta interoperabilidade entre os sistemas e as esferas de gestão.

Para tal propósito, se faz necessário um conjunto de ações inter-setoriais de inclusão e redução de desigualdades, de caráter contínuo, como política de estado para promover o letramento digital de toda população, de diferentes escolaridades e idades, democratização do acesso a equipamentos digitais e acesso a conexão de internet como um bem de direito público, de modo que o direito à Saúde seja garantido por esse novo modelo.

A construção de uma Política Estadual de Saúde Digital de São Paulo é um passo essencial para a modernização do SUS, garantindo maior acesso, eficiência e equidade nos serviços de saúde. A adoção de tecnologias digitais permite otimizar a gestão pública e melhorar a experiência dos cidadãos no Sistema de Saúde.

O sucesso dessa política depende da disponibilidade de recursos para investimentos, da capacitação dos profissionais e da colaboração entre governos, órgãos de fomento, universidades, entidades associativas e setor privado. O desafio, agora, é consolidar os avanços e garantir que a transformação digital na Saúde beneficie toda a população, independentemente da sua localização ou condição socioeconômica.

Referências

1. Moraes I, Fornazin M. Nem tecnoforia nem tecnofobia: abordagem crítica da incorporação das tecnologias digitais na Saúde. In: Paim JS, Almeida-Filho N, organizadores. Saúde coletiva: teoria e prática. 2. ed. Rio de Janeiro: Medbook; 2023. p. 666-88.
2. Almeida-Filho N. Competência tecnológica crítica em Saúde. Interface (Botucatu) [internet]. 2018; 22(66):667-71. doi: 10.1590/1807-57622018.0257
3. Ministério da Saúde (BR), Secretaria-Executiva. Departamento de Informática do SUS. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028 [internet]. Brasília (DF); 2020 [acesso em 10 nov 2024]. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia_saude_digital_Brasil.pdf
4. Della Mea V. What is e-health (2): the death of telemedicine? J Med Internet Res. 2001;3(2):E22. doi: 10.2196/jmir.3.2.e22.
5. Organização Mundial da Saúde - OMS. Global strategy on digital health 2020-2025 [internet]. Genebra: OMS; 2021 [acesso em 29 out 2024]. Disponível em: <https://www.who.int/docs/default-source/documents/gd4dhdaa-2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf>
6. World Health Organization - WHO. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance [internet]. Genebra: WHO; 2021a [acesso em 19 set 2023]. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/341996/9789240029200-eng.pdf?sequence=1>.
7. Almeida Filho N. Metapresencialidade, saúde digital e Saúde coletiva. Interface (Botucatu) [internet]. 2024; 28: e230473 [Doi: org/10.1590/interface.230473](https://doi.org/10.1590/interface.230473)
8. Ministério da Saúde (BR). Portaria GM/MS nº 3.232, de 1º de março de 2024. Institui o Programa SUS Digital [internet]. [acesso em 20 nov 2024]. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2024/prt3232_04_03_2024.html
9. Ministério da Saúde (BR). Portaria GM/MS Nº 3727, publicada em 21 de maio de 2024. Cria o Índice Nacional de Maturidade Digital no âmbito do Programa SUS digital [internet]. [acesso em 28 nov 2024]. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2024/prt3727_22_05_2024.html
10. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Informação e Saúde Digital. Análise de Impacto Regulatório (AIR). SUS Digital Brasil [internet]. 2023 [acesso em 10 dez 2024]. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/doc_tec/jun_24/RELATORIO_AIR_PORTARIA_GM_3727-2024.pdf

11. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Informação e Saúde Digital. Manual Instrutivo do Programa SUS Digital [internet]. Brasília (DF); 2024 [acesso em 19 dez 2024]. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/>
12. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SP). Comissão Intergestora Bipartite-CIB [internet]. Ata da CIB 331 de 23 de março de 2023. [acesso em 10 jan 2025]. Disponível em: https://www.saude.sp.gov.br/resources/ses/institucional/orgaos-vinculados/comissao-intergestores-bipartite/2023/ata_cib_331.pdf
13. Secretaria de Gestão e Governo Digital de São Paulo (SP). A transformação digital do Estado de São Paulo [internet]. [acesso em 20 out 2024]. Disponível em: <https://www.sggd.sp.gov.br/sggd>
14. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SP). Comissão Intergestores Bipartite-CIB [internet]. Ata da CIB 342 de março de 2023. [acesso em 20 out 2024]. Disponível em: https://www.saude.sp.gov.br/resources/ses/cib/pautas-atas-e-deliberacoes/pauta-342/e_dl-cib-33_140324.pdf
15. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SP). Núcleo de Informações Estratégicas em Saúde [internet]. [acesso em 10 jan 2025]. Disponível em: <https://nies.saude.sp.gov.br/ses>
16. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SP). SP Notícias. Governo de SP lança maior programa de Saúde Digital da rede pública paulista.
17. COSEMS/SP - Conselho de Secretários Municipais de Saúde do Estado de São Paulo. Saúde Digital. Cristina Balestrini: estratégias de saúde digital para o Brasil [internet]. 2024 [acesso em 20 dez 2024]. Disponível em: <https://www.cosemssp.org.br/noticias/cristina-balestrin-estrategias-de-saude-digital-para-o-brasil/>
18. COSEMS/SP - Conselho de Secretários Municipais de Saúde de São Paulo. Plano SUS Digital [internet]. Web-conferência. 4 de setembro de 2024 [acesso em 17 dez 2024]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IDym4SNOwvI&t=1644s>

Panorama da Avaliação das tecnologias digitais em saúde^{*}

**Fotini Santos Toscas^I, Nadja N. V. Mayrink^{II}, Francisco Iran Cartaxo Barbosa^{III},
Tatiane Marques Dantas^{IV}, Evelinda Marrom Trindade^V**

Introdução

Avaliação de Tecnologias em Saúde na Estratégia Brasileira de Saúde Digital

A busca por melhorar a qualidade do cuidado à saúde, aprimorar a gestão, facilitar o desenvolvimento e produção de insumos estratégicos, racionalizar os recursos, diminuir vulnerabilidade tecnológicas e lacunas assistenciais, além de potencializar o acesso resolutivo aos serviços de saúde são desafios aos sistemas de saúde. A necessidade preeminente de otimização dos recursos e eficiência nos serviços, é crucial para o aprimoramento e modernização das ações de saúde visando in-

- I Pesquisadora Científica do Instituto de Saúde. Doutoranda na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Especialista em estudos setoriais em todo ciclo de vida tecnológico e de cadeia de valor de dispositivos médicos. Colaboradora especialista da Câmara Técnica de Tecnovigilância da Anvisa. Membro titular do Comitê de Produtos e Procedimentos da Conitec.
- II Doutoranda e investigadora colaboradora do Centro de Estudos Interdisciplinares (CEIS20) da Universidade de Coimbra. Atua principalmente no tema políticas públicas em inovação e pesquisa translacional em dispositivos médicos.
- III Especialista em regulação e vigilância sanitária da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Mestre em saúde pública/políticas públicas, gestão e cuidado em saúde pela FIOCRUZ. Responsável pela regulação de softwares como dispositivos médicos na Gerência de Tecnologia em Equipamentos (GQUIP/GGTPS/ANVISA). Atua principalmente nos seguintes temas: e-Saúde, Vigilância Sanitária, Aplicativos médicos móveis, Regulação sanitária e Software médico.
- IV Especialista em Engenharia Clínica, graduanda em Análise e Desenvolvimento de sistemas. Membro da Comissão Feminina Enedina Alves Marques da Associação Brasileira de Engenharia Clínica (CFEM/Abeclin). Atua na gestão tecnológica em 2 hospitais na área de oncologia e cardiologia.
- V Consultora Médica Sênior, epidemiologista, Hospital de Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Doutorando e pós-doutorado em Avaliação de Tecnologias em Saúde. Membro titular da Câmara Técnica de Tecnovigilância da Anvisa.

^{*} Texto finalizado pelos autores e entregue para processo de edição em março de 2024.

cluir uma visão de futuro que antecipe as decisões requeridas por um sistema de saúde inclusivo.

Nesse contexto, novos conceitos e desafios surgiram como temas de relevância global. Em maio de 2018, os países membros da Organização Mundial da Saúde (OMS) aprovaram a Resolução WHA 71.7 na Assembleia Mundial de Saúde. A Resolução WHA 71.7 trata da Saúde Digital e considera o potencial das tecnologias digitais para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para a Agenda 2030. Esta resolução reconhece a potencialidade dessas tecnologias como instrumentos de apoio à integralidade e ampliação do acesso aos serviços de saúde¹.

A Resolução WHA 71.7 aponta a importância de que todos os países membros, salientando-se que o Brasil é um dos signatários, promovam e utilizem a tecnologia digital como instrumento de fortalecimento da resiliência em saúde pública. Entre as finalidades e vantagens destas tecnologias digitais estão incluídas: melhorar o acesso às informações e a facilidade para seu monitoramento, o compartilhamento e uso de dados de qualidade, permitem promover maior envolvimento direto dos cidadãos, de trabalhadores de saúde e de governo neste sentido; bem como agilizam capacidades para respostas rápidas a incidentes e emergências de saúde pública. Além disso, tecnologias digitais de informação e comunicação permitem comunicações multidirecionais, ciclos de feedback e gerenciamento adaptativo orientado por dados¹.

Nessa direção, a Estratégia Brasileira de Saúde Digital (ESD) emergiu como um marco crucial na modernização e melhoria do sistema de saúde do Brasil, alinhou-se com os avanços globais em tecnologia e promoveu uma abordagem mais ampla e abrangente para a prestação de serviços de saúde digitalizados, permitindo, por exemplo, iniciativas inovadoras de resposta à pandemia de covid-19.

Em 2017, a estratégia e-Saúde para o Brasil foi publicada por meio da Resolução da Comissão Intergestores Tripartite (CIT) nº 19. Nesta se contemplou a visão e se formalizou mecanismos contributivos para sua incorporação ao Sistema Único de Saúde (SUS) até 2020². Em 2019, a Resolução CIT nº 46/2019 instituiu o Comitê Gestor da Estratégia de Saúde Digital em substituição ao Comitê Gestor da Estratégia de e-Saúde no Brasil³.

A ESD está estruturada sobre pilares fundamentais que visam aprimorar o acesso, a qualidade e a eficiência dos serviços de saúde, ao mesmo tempo em que promove a inovação e a integração de tecnologias digitais. As iniciativas voltadas para ESD se iniciaram com a proposição da Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS), como resultado da experiência adquirida em projetos de informatização. A PNIIS enfatizou a importância da segurança da informação e da proteção da privacidade dos dados do paciente, com diretrizes claras e padrões para a gestão de informações de saúde digital^{4,5}.

Um dos principais objetivos destacados na ESD é a promoção da interoperabilidade entre os sistemas de informação em saúde. Isso permite o compartilhamento seguro e eficiente de dados entre diferentes entidades de saúde. O PNIIS foi o marco fundamental para garantir a visão holística e itinerária dos pacientes, melhorar a coordenação do cuidado assistencial e reduzir duplicações de esforços⁵.

Ao se promover a expansão da ESD, houve e está ocorrendo o aprimoramento dos serviços de telessaúde, permitindo e multiplicando-se remotamente o acesso aos cuidados de saúde gerais e especializados em todo o país. Isto está sendo especialmente relevante para áreas distantes e onde o acesso aos serviços de saúde tradicionais pode ser limitado. Sem dúvidas, a integração de tecnologias como telemedicina, monitoramento remoto e aplicativos de saúde permitiu incrementar a prestação de cuidados de maneira mais eficiente e acessível.

A ESD também reconheceu a importância da inovação e do empreendedorismo no setor de saúde digital. O governo do Brasil vem incentivando o desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras que abordam os desafios específicos enfrentados pelo SUS. Isso inclui o apoio à pesquisa e desenvolvimento de tecnologias emergentes, bem como a colaboração com *startups* e empresas de tecnologia para implementar soluções disruptivas.

Nesta dimensão da ESD, o processo de Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS) desempenha um papel fundamental. A ATS pode subsidiar tecnicamente tanto a tomada de decisões relacionadas à incorporação, quanto a otimizar a utilização de tecnologias digitais no SUS. A estratégia ressalta que a incorporação de tecnologias, métodos, modelos e

processos inovadores é a essência das transformações que o mundo vive hoje. A Estratégia de Saúde Digital para o Brasil define como prioridade que o Ecosistema de Inovação apoie iniciativas voltadas à criação e incorporação de tecnologias emergentes que sejam natural, conceitual e operacionalmente integradas ao Sistema de Saúde⁴.

A Estratégia entende que uma das ações prioritárias deve ser o alinhamento estratégico entre os processos de incorporação tecnológica nos setores público e privado, com o objetivo de fortalecer a base produtiva da saúde no país. Isso pode estimular o cinturão gerador de empregos e conhecimento para o setor, visando auxiliar e garantir insumos tecnológicos necessários ao sistema de saúde brasileiro. Assim, o desenvolvimento tecnológico provocado pela ESD tornou-se igualmente um dos promotores de uma política industrial de alta densidade e de desenvolvimento econômico e social^{4,5}.

A ATS integra-se na ESD, uma vez que o desempenho de especialistas esteja disponível. É indispensável continuar a desenvolver capacidades locais em pesquisa e avaliação de tecnologias em saúde. Para tanto, a colaboração entre diferentes partes interessadas, como governo, academia, indústria e sociedade civil deve ser promovida, visando efetivamente incrementar e garantir competências em ATS. Dessa forma, o Brasil pode maximizar os benefícios da saúde digital, transparência e a prestação de contas no processo de tomada de decisões, ao mesmo tempo em que se garante qualidade, segurança e equidade no sistema de saúde do país.

Indubitavelmente, o sucesso da ESD depende e é proporcional ao nível de envolvimento e à colaboração dos atores sociais e das partes interessadas, incluindo o governo, profissionais de saúde, academia, indústria e sociedade civil em geral.

ATS precoce nas etapas de PD&I das tecnologias digitais

As tecnologias digitais transformaram a sociedade e têm impactado diretamente nas formas de produção e prestação de serviços, incluindo o setor saúde. Há proliferação de pesquisas e inovações em saúde digital, com aplicações das mais diversas, desde a prevenção de doenças, o diagnóstico, o tratamento, até a gestão dos cuidados e do sistema de saúde⁶.

Diante dessa realidade relativamente recente, emergem inúmeros desafios para a implementação em saúde pública. Tais desafios abrangem desde preparar o sistema de saúde para lidar com novos modelos de negócio, gestão e regulação de dados⁷, e pelo desenvolvimento de competências no Sistema Nacional de Inovação (SNI) para direcionar o esforço e fornecer respostas mais adequadas aos problemas de saúde da população, à gestão do cuidado e do sistema de saúde, como um todo⁸.

A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), na perspectiva de apoiar reflexões sobre a pesquisa, o desenvolvimento e a aplicação das tecnologias digitais baseadas em inteligência artificial, aponta premissas fundamentais para garantir o interesse público e a mitigação dos riscos⁹. Em síntese, segundo essas premissas, as soluções digitais devem ser:

- Eticamente fundamentadas nos princípios da dignidade humana, beneficência, não maleficência e justiça;
- Desenvolvidas conforme melhores práticas de integridade científica;
- Centradas nas pessoas e utilizadas em associação com outras tecnologias e controle humano;
- Concebidas em abordagens transparentes, que permitam a proteção de dados, a privacidade, a confidencialidade e a segurança; e
- Não discriminatória, garantindo a inclusão e a equidade, tanto no seu *design*, quanto no seu uso e impacto.

Estes direcionadores podem fornecer elementos importantes a serem considerados por pesquisadores na concepção e ao longo do desenvolvimento de soluções digitais em saúde, uma vez que é um processo complexo e multidimensional que incorpora requisitos técnicos, éticos, regulatórios e econômicos.

Nesse sentido, a introdução de estudos de ATS, desde as etapas iniciais do desenvolvimento de uma tecnologia, pode apoiar a geração de evidências relevantes, obtidas com rigor metodológico, que ofereçam, de forma transparente, os benefícios e os riscos que podem existir para os pacientes, para os serviços e para o sistema de saúde¹⁰⁻¹³. A ATS aplicada

precocemente ao desenvolvimento de tecnologias digitais pode ser ferramenta importante para apoiar a agenda de sustentabilidade do sistema de saúde, a partir da concepção de tecnologias que possam otimizar processos e/ou substituir tecnologias menos efetivas, clinicamente ou economicamente¹⁴.

O alinhamento entre o desenvolvimento, o processo regulatório sanitário e o processo para incorporação e acesso, calcado em boas práticas de coleta de evidências e na cooperação entre desenvolvedores, profissionais de saúde, serviços e o sistemas de saúde, pode orientar esforços e gerar dados que respondam perguntas relevantes sobre os benefícios e utilidades da tecnologia em desenvolvimento^{12,15}.

Ao estruturar o desenvolvimento em etapas, aferíveis pelo Nível de Maturidade Tecnológica (TRL), os estudos de ATS precoce podem subsidiar os parceiros, do processo de desenvolvimento, validação, incorporação até a difusão de uma tecnologia digital. Nessa perspectiva, a partir dessas etapas de maturidade tecnológica, é possível compreender qual seria o foco dos estudos de ATS ao longo do desenvolvimento da tecnologia.

Ao estudar a demanda e a viabilidade da tecnologia, desde a fase inicial da pesquisa (TRL 1 e 2), é possível avaliar seu alinhamento ou aderência à estratégia local ou política pública, seu potencial para o contexto ou alvo pretendido, tanto da perspectiva do profissional de saúde, do sistema de saúde, do gestor, quanto do paciente. Neste momento inicial, também é viável analisar implicações éticas ou restrições regulatórias, relativas ao seu potencial de uso ou de custo. Essa avaliação pode orientar ou fornecer elementos aos processos de decisão sobre o andamento do desenvolvimento e a viabilidade de obtenção de financiamento.

Nas fases da pesquisa aplicada e em ambiente relevante, compreendida entre o nível de maturidade da tecnologia TRL 3 a 6, já é possível realizar estudos de custo comparativo, ensaios de validação e segurança, testes em piloto, além de estudos de Dados de Mundo Real (RWD, na sigla em inglês) que evidenciem o benefício clínico. Os estudos de ATS precoce que seguem até este estágio de maturidade são fundamentais para a geração de evidências que, posteriormente, irão compor a análise de ATS completa. Sendo assim, as fases seguintes (TRL 7, 8 e 9), mais complexas

e dispendiosas, se beneficiam das evidências já geradas, qualificando o processo de desenvolvimento e de adesão desta tecnologia digital à ESD.

Considerando-se a velocidade da evolução tecnológica, o ciclo de vida deste tipo de tecnologia é curto, estas se tornam obsoletas ao fim de dois ou três anos⁷. Por isso, é fundamental que o seu desenvolvimento esteja alinhado desde o início com as necessidades e expectativas de gestores, de profissionais de saúde e da população. É nesse contexto que estudos de ATS precoce podem contribuir sobremaneira para o sucesso de uma tecnologia digital em saúde, uma vez que permitem o planejamento e a definição prévia de uma estratégia para a adesão do público-alvo, para o processo regulatório e para o financiamento, contribuindo para a minimização de custos e de incertezas.

Quanto à aderência às políticas de saúde, considera-se que a definição clara da demanda, por parte dos gestores, pode acelerar o desenvolvimento e o processo de incorporação de tecnologias digitais em saúde pública e diminuir a carga do desenvolvedor. Esse direcionamento está presente na Matriz de Desafios Produtivos e Tecnológicos em Saúde¹⁶ e pode favorecer o processo de disponibilização de tecnologias digitais à sociedade, a partir de investimentos para a otimização de recursos e do estímulo à interação entre pesquisadores, gestores, profissionais de saúde e usuários.

Outro fator decisivo é avançar na qualificação de pesquisadores em requisitos sanitários e parâmetros de incorporação de tecnologias no SUS, contribuindo para minimizar riscos e maximizar as oportunidades advindas deste novo paradigma.

Regulação Sanitária Tecnologias Digitais

A regulação sanitária de *softwares* como dispositivos médicos (*Software as a Medical Device* - SaMD) se dá pelo mesmo motivo que dispositivos médicos clássicos, como um bisturi ou uma ressonância magnética são regulados. Dessa forma, visa-se garantir que somente produtos seguros e de desempenho satisfatório sejam ofertados à população brasileira, conforme os mesmos princípios aplicados aos medicamentos, vacinas e demais dispositivos em saúde.

A regulação de SaMD foi tornada obrigatória pela Lei nº 6360 de 23 de setembro de 1976 muito antes do uso de *softwares* se tornar comum no meio da saúde. Esta Lei estabeleceu em seu Art. 12 “Nenhum dos produtos de que trata esta Lei, inclusive os importados, poderá ser industrializado, exposto à venda ou entregue ao consumo antes de registrado no Ministério da Saúde”. Em conjunto com o seu Art. 1º “Ficam sujeitos às normas de vigilância sanitária instituídas por esta Lei os medicamentos, as drogas, os insumos farmacêuticos e correlatos...”¹⁷, onde o termo “correlatos” era definido para o que atualmente é designado “dispositivos médicos”, incluindo-se os SaMD.

Com a criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) pela Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999, que transferiu para esta a responsabilidade sobre a regularização de produtos sujeitos à vigilância sanitária foi redigida e publicada a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 185 de 22/10/2001, a qual aprovou o Regulamento Técnico e tratava do registro, alteração, revalidação e cancelamento do registro de produtos médicos¹⁸. Entre as definições nesta Resolução, “produtos médicos” foi o termo que substituiu o termo correlatos anteriormente utilizado na Lei 6360/76.

Atualmente, o termo Dispositivos Médicos (DM) substituiu o termo “produtos médicos” conforme a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 751 de 15/09/2022. A RDC nº 751 revogou a RDC 185/2001 e é a regulamentação vigente que, atualmente, dispõe sobre a classificação de risco, os regimes de notificação e de registro, e os requisitos de rotulagem e instruções de uso de dispositivos médicos, inclusive SaMD¹⁹.

Considerando que os SaMD possui diferenças consideráveis quando comparados aos demais DM, a Anvisa realizou estudos e pesquisas sobre o mercado, riscos tecnológicos e para a saúde, visando determinar se os SaMD precisavam de um tratamento regulatório próprio. A conclusão foi de que este tratamento próprio não era necessário neste momento, mas seria benéfico considerar alguns diferenciais típicos do meio digital no tratamento regulatório para SaMD.

Dessa forma, uma nova resolução da diretoria colegiada, RDC, foi desenvolvida após o devido rito regulatório, que envolveu a inclusão em agenda regulatória, realização de avaliação de impacto regulatório, con-

sultas públicas, inclusão das colaborações da sociedade, entre outras etapas de consolidação. Foi então publicada a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 657 de 24/03/2022 que dispõe sobre a regularização de *software* como dispositivo médico (SaMD)²⁰.

A RDC 657/2022 é, portanto, subsidiária à RDC 751/2022, ou seja, os requisitos e ritos regulatórios que se aplicam aos DM também se aplicam aos SaDM, exceto nos casos quando existe determinação específica em contrário, ou permissão concedida especialmente, aos SaMD pela RDC 657/2022.

Desta forma a resolução de *softwares*, atualmente a RDC 657/2022, permitiu basicamente:

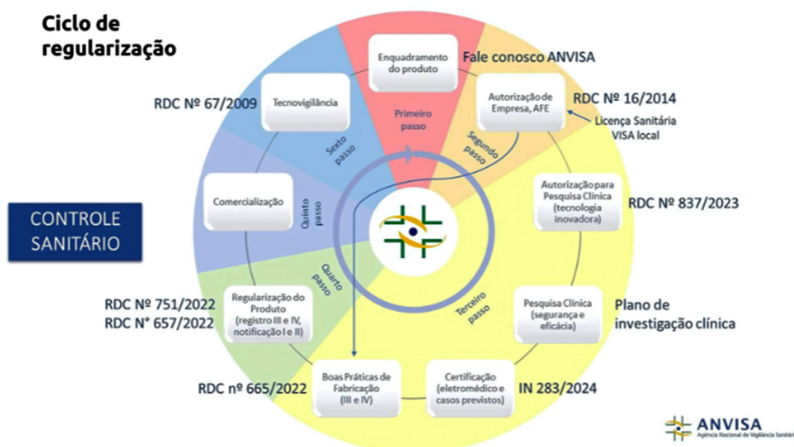
- delimitar/clarificar o campo de aplicação: *Software* destinados à prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação ou anticoncepção de seres humanos;
- clarificar os requisitos de pré-mercado para regularização de *software* como dispositivo médico;
- promover a harmonização Internacional com documentos do *International Medical Device Regulators Forum* (IMDRF), *Food and Drug Administration* (FDA), *Conformité Européenne* (CE), entre outros órgãos reguladores de referência nacional.

A resolução de *softwares* trouxe também alinhamento e adequação dos termos utilizados para DM, de forma que permitam ser melhor entendidos pelo mercado de *software*. Além disto, publicaram-se nesta algumas permissões que só são possíveis para *softwares*, tais como permitir instruções de uso e rótulo em formato digital incluídas no próprio *software*, evitando-se a necessidade de instruções e rótulos em papel. A resolução de *softwares* também estabeleceu que o SaMD de classe de risco mais baixo, classes I e II, desenvolvido internamente pelo serviço de saúde, não precisa ser regularizado junto à Anvisa. Entretanto, exige-se que o serviço de saúde deva validá-lo internamente e não possa comercializá-lo. Assim, dessa forma, como um dos objetivos, incentiva-se o desenvolvimento de novas tecnologias em um ambiente controlado e com risco contido.

Um fabricante de *software* que deseje disponibilizar seu produto SaMD para a população brasileira deverá, portanto, regularizá-lo previamente junto à Anvisa. Para tal, deve-se seguir os ritos descritos na RDC 751/2022 e aplicar as complementações da RDC 657/2022, assim como assegurar o cumprimento de outras normativas sanitárias que sejam eventualmente aplicáveis.

O ciclo de regularização recomendado é o seguinte, Figura 1:

Figura 1: Ciclo de Regularização Sanitária SaMD



Fonte: elaboração própria do autor, Francisco Iran Cartaxo Barbosa

Primeiro, o fabricante deve conseguir determinar o enquadramento sanitário do seu *software*, ou seja, verificar se ele é um SaMD que deve ser regularizado e qual sua classe de risco sanitário, ou se não se enquadra nos regramentos e não é passível de regularização junto à Anvisa. Essa etapa é feita consultando a definição de dispositivo médico da resolução RDC 751/2022, a regra 11 para *softwares* e consultando as exceções descritas no Art. 1º § 2º da RDC 657/2022.

A Anvisa possui canais de comunicação para sanar dúvidas e ajudar a realizar o correto enquadramento. É recomendado que tal passo seja efetuado o mais cedo possível no desenvolvimento do produto, de

forma que o fabricante já possa saber qual rito regulatório deverá seguir e qual documentação deverá providenciar, fazendo isso, de forma ideal, já durante o desenvolvimento do projeto do *software*.

Segundo passo, caso o *software* seja passível de regularização, o “fabricante” deve conseguir uma Autorização de Funcionamento de Empresa (AFE), seguindo o rito descrito na RDC 16/2014. O objetivo da AFE é, entre outros, identificar perante a sociedade brasileira os responsáveis pelo produto, registrar seus contatos e verificar condições técnicas da empresa, de forma que caso seja necessário acionar os responsáveis para que tomem providências sanitárias sobre o produto, como ocorrências de segurança ou desempenho, ações de campo, recolhimento ou interdição de lotes, entre outros, estes podem ser localizados e acionados²¹.

Objetivando obter a AFE, o fabricante basicamente solicita à autoridade sanitária local competente, geralmente a Vigilância Sanitária Municipal (VISA), uma inspeção para emissão da autorização. Nessa inspeção são verificados os requisitos técnicos exigidos e será emitido o relatório de inspeção que subsidiará a emissão da autorização e pode ser utilizado para emissão da licença sanitária exigida pela VISA local. Esta inspeção, caso solicitado pelo fabricante, também pode cobrir os requisitos necessários para emissão do Certificado de Boas Práticas de Fabricação, CBPF. O CBPF é necessário na ocasião da submissão de petição de registro de produtos de classe de risco mais alta III ou IV. Dessa forma, uma só inspeção pode resultar em um relatório apto a subsidiar a emissão de três documentos necessários, reduzindo os trâmites burocráticos.

O terceiro passo é preparar a documentação necessária para o petitionamento da regularização do produto. Este envolve as comprovações de segurança e eficácia e certificados que podem ser necessários, bem como o dossiê técnico. Essas documentações estão descritas na RDC 751/2022 e RDC 657/2022, além da RDC 546/2022 que dispõe sobre os requisitos essenciais de segurança e eficácia aplicáveis aos produtos para saúde²². Obviamente, somente as exigências aplicáveis ao produto específico em questão necessitam ser cumpridas.

A comprovação de segurança e eficácia depende da tecnologia do produto, suas indicações de uso, se este é inovador, entre outros atributos. Para tecnologias não inovadoras e produtos com dados de entrada

padronizados, simples e conhecidos pode envolver desde uma simples verificação do *software*, com os respectivos testes necessários. Para *softwares* ainda não inovadores, porém, cujos dados de entrada não são padronizados ou são complexos e podem variar com as condições de uso, pode ser exigido uma validação. Ou, para *softwares* inovadores também se pode exigir uma análise clínica, com as respectivas pesquisas clínicas ou artigos sobre o desempenho e segurança do produto ou da tecnologia.

As pesquisas clínicas feitas em território nacional que pretendem ter seus dados utilizados com finalidade de regularização de Dispositivos Médicos classe de risco III e IV, incluindo SaMD, devem ser pré-aprovadas pela agência, Anvisa, seguindo rito descrito na resolução RDC 837/2023²³. Durante a análise do projeto de pesquisa clínica, a equipe da Anvisa verifica se o plano é adequado para levantar os dados necessários à comprovação de segurança e desempenho do produto com vistas às suas indicações de uso. Dessa forma, esta aprovação possui um objetivo diferente da aprovação por comitê de ética e visa dar ao proponente a segurança de que seu projeto de pesquisa, quando implementado, está corretamente alinhado com o que é requerido para obter a comprovação de segurança e desempenho necessárias à regularização do SaMD.

Alguns dispositivos eletromédicos que se enquadram nos escopos das normas descritas na Instrução Normativa que aprova a lista de Normas Técnicas para a certificação de conformidade dos equipamentos sob regime de Vigilância Sanitária, atualmente a Instrução Normativa (IN) nº 283/2024, também precisam ser certificados junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), sendo assim, caso o SaMD possua algum dispositivo acessório que se enquadre nestas normas, então, o acessório deverá ser passar por certificação eletromédica²⁴.

Tendo em mãos toda a documentação exigida, o fabricante do SaMD passa ao quarto passo de sua jornada e poderá então peticionar a regularização do seu produto junto à Anvisa, conforme o regime adequado ao risco do seu produto e aguardar a publicação para iniciar a comercialização.

Ao ter seu produto aprovado, publicado e comercializado, a relação entre o detentor do registro e a Anvisa não termina, inicia-se a vigilância sanitária pós-mercado através da tecnovigilância, que continua durante

toda a vida útil do SaMD. O fabricante deverá manter a assistência técnica adequada e manter a relação com a tecnovigilância, nos termos da Resolução RDC 67/2009 e 551/2021, visando informar ocorrências relacionadas ao SaMD que sejam de interesse sanitário, tais como queixas técnicas, eventos adversos, ações de campo e demais providências requeridas^{25,26}.

ATS na incorporação de tecnologias digitais nos sistemas de saúde

Em 2017, na Resolução da Assembleia de Saúde que trata sobre Saúde Digital, WHA 71.7, foi solicitado à Organização Mundial da Saúde (OMS) a publicação de orientações normativas em saúde digital, incluindo o acesso e promoção de intervenções de saúde digital baseadas em evidências¹.

Em 2019, a OMS emitiu a diretriz “Recomendações sobre intervenções digitais para o fortalecimento do sistema de saúde: Evidências e Recomendações”. O documento apresenta dez recomendações baseadas em evidências sobre as intervenções de saúde digital que foram priorizadas durante o processo de definição do escopo. Para cada recomendação foram informadas as evidências plausíveis que devem estar disponíveis sobre eficácia, aceitabilidade, viabilidade, utilização de recursos e implicações para a equidade, gênero e direitos humanos. Também foram realizadas considerações para implementação, tais como conformidade legal e política, padrões de interoperabilidade, infraestrutura física e tecnológica (serviços e aplicativos)²⁷.

O documento salienta que a maioria das intervenções digitais de saúde é direcionada ou deveria ser utilizada por profissionais de saúde, assim, alguns fatores podem influenciar sua aceitabilidade e a viabilidade. Entre os fatores que podem diminuir a aceitabilidade e viabilidade, foram citados: a adoção da tecnologia não reduz a carga de trabalho do profissional e, em alguns casos, aumentam a sua carga de trabalho; casos em que a conectividade da rede for fraca ou há problemas de acesso à eletricidade; o SaMD apresenta problemas de usabilidade ou fraca integração com outros sistemas digitais; pode haver fragilidade na confidencialidade da informação médica e na segurança dos dados; há falta de treinamento

para o profissional usar o SaMD ou sua curva de aprendizado pode ser complexa ou longa²⁷.

Em 2021, a OMS publicou a “Estratégia Global sobre Saúde Digital 2020-2025”, entendendo que a saúde digital deve ser parte integrante das prioridades de saúde e beneficiar as pessoas de maneira ética, segura, segura, equitativa e sustentável; bem como deve ser desenvolvida com princípios de transparência, acessibilidade, escalabilidade, replicabilidade, interoperabilidade, privacidade, segurança e confidencialidade. O documento salienta que a saúde digital será melhor valorizada e adotada se: for acessível e apoiar o acesso equitativo e universal a serviços de saúde de qualidade; aumentar a eficiência e a sustentabilidade dos sistemas de saúde na prestação de cuidados de qualidade, acessíveis e equitativos; fortalecer e ampliar a promoção da saúde, a prevenção de doenças, o diagnóstico, a gestão, a reabilitação e os cuidados paliativos, incluindo antes, durante e depois de uma epidemia ou pandemia, num sistema que respeita a privacidade e a segurança das informações de saúde dos pacientes²⁸.

No contexto da estratégia global, a saúde digital é definida por conceito ampliado da e-Saúde, entendida como a prática de cuidados de saúde suportados por soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), tais como telemedicina, sistemas de informação de saúde, prontuário eletrônico de paciente, entre outras. Incluiu consumidores digitais e uma gama mais ampla de dispositivos inteligentes e conectados, abrangendo a diversidade de utilização de tecnologias digitais na saúde, como a “Internet das Coisas”, a computação avançada, análise de grandes volumes de dados, inteligência artificial, aprendizagem automática de máquinas e a robótica²⁸.

Entre as diversas dimensões a serem consideradas na adoção destas tecnologias, a estratégia enfatiza, portanto, promoção da saúde e prevenção de doenças, segurança do paciente, ética, interoperabilidade, propriedade intelectual, segurança de dados (confidencialidade, integridade e disponibilidade), privacidade, relação custo-efetividade, envolvimento do paciente e acessibilidade. A tecnologia deve ser centrada nas pessoas e baseada em evidências de eficácia, efetividade, sustentabilidade, equidade e inclusão e contextualizada.

Frente ao crescente desafio global de desperdício digital na saúde e no ambiente, estas tecnologias também devem ser geridas adequadamente. Considera-se necessário identificar e promover modelos de financiamento sustentáveis em apoio ao desenvolvimento da saúde digital e à partilha de aprendizagem para orientar, informar e adequar produtos e serviços para o futuro²⁸.

Embora os procedimentos e melhores práticas de ATS para incorporação nos sistemas de saúde estejam bem estabelecidos para produtos farmacêuticos e dispositivos médicos tradicionais (ainda que com diferenças reconhecidas entre as categorias), tais práticas e procedimentos são incipientes para aplicações de tecnologias digitais em saúde e não possuem recursos padronizáveis importantes, como, por exemplo, carecem de comparadores e/ou detalhes sobre segurança e eficácia do produto.

Um desafio para ATS envolvendo os SaMD é o dinamismo tecnológico. Diferentemente das tecnologias convencionais, como as medicamentosas que são comercializadas na sua forma aprovada, os SaMD têm potencial para evoluir. Em muitos casos, podem ser melhorados incrementalmente e/ou expandem seu escopo ou abrangência de tratamento ou gerenciamento de doenças ao longo do tempo²⁹.

A ATS para incorporação das ferramentas digitais exige o mesmo rigor metodológico e pragmatismo que para as demais tecnologias convencionais, nas dimensões de evidências científicas clínicas e econômicas, requisitos legais regulatórios e de privacidade. Entretanto, na perspectiva das agências de ATS ainda não se alcançou um consenso internacional nos domínios como transparência, aceitabilidade, considerações éticas e de privacidade, de interoperabilidade, de capacitação e treinamento, e sobre as mudanças organizacionais necessárias para implementação destas tecnologias. As avaliações econômicas são enfatizadas e devem basear-se numa metodologia “robusta” (para a qual há pouca definição específica dos parâmetros) visando fornecer aos decisores as evidências mais confiáveis³⁰.

As decisões nacionais para os programas no SUS são avaliadas pela Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias (Conitec). A Conitec tem como competência assessorar o Ministério da Saúde na incorpora-

ção, exclusão ou alteração de tecnologias em saúde e na constituição ou alteração de protocolos clínicos e diretrizes terapêuticas. Criada por força de Lei, nº 12.401/2011, os estudos de ATS e análises devem ser baseadas em evidências científicas, levando em consideração aspectos como eficácia, acurácia, efetividade e a segurança da tecnologia, além da avaliação econômica comparativa dos benefícios e dos custos em relação às tecnologias já existentes³¹.

Um dos requisitos fundamentais para que as tecnologias sejam avaliadas na Conitec é que os produtos de saúde tenham registro na Anvisa e que não sejam consideradas experimentais³².

Nesse contexto, importa destacar que o Conselho Federal de Medicina (CFM) é quem regulamenta os procedimentos médicos, classificando-os em experimentais ou estabelecidos, consagrados. Assim, em abril de 2022, o CFM publicou a Resolução CFM nº 2.314, que definiu e regulamentou a telemedicina, como forma de serviços médicos mediados por tecnologias de comunicação. O Art. 5º da Resolução CFM nº 2.314 esclarece que a telemedicina pode ser exercida em modalidades de teleatendimentos médicos: I) Teleconsulta; II) Teleinterconsulta; III) Telediagnóstico; IV) Telecirurgia; V) Telemonitoramento ou televigilância; VI) Teletriagem; VII) Teleconsultoria³³.

Essa resolução do CFM estabelece definições e aplicação para essas modalidades de teleatendimentos médicos. Em que pese a relevância conceitual de cada modalidade, cabe ponderar que as definições que acarretam maior densidade tecnológica são³³:

- Telediagnóstico é o ato médico à distância, geográfica e/ou temporal, com a transmissão de gráficos, imagens e dados para emissão de laudo ou parecer por médico com registro de qualificação de especialista (RQE) na área relacionada ao procedimento, em atenção à solicitação do médico assistente.
- Telecirurgia é a realização de procedimento cirúrgico à distância, com utilização de equipamento robótico e mediada por tecnologias interativas seguras. A telecirurgia robótica está disciplinada em resolução específica CFM nº 2.311/2022, que regulamenta a cirurgia robótica no Brasil.

- **Teletriagem médica** é o ato realizado por um médico, com avaliação dos sintomas do paciente, à distância, para regulação ambulatorial ou hospitalar, com definição e direcionamento do paciente ao tipo adequado de assistência que necessita ou a um especialista.
- **Telemonitoramento ou televigilância médica** é o ato realizado sob coordenação, indicação, orientação e supervisão por um médico para monitoramento ou vigilância à distância, de parâmetros de saúde e/ou doença, por meio de avaliação clínica e/ou aquisição direta de imagens, sinais e dados de equipamentos e/ou dispositivos agregados ou implantáveis nos pacientes em domicílio, em clínica médica especializada, em dependência química, em instituição de longa permanência de idosos, em regime de internação clínica ou domiciliar ou no traslado de um paciente até sua chegada ao estabelecimento de saúde.

No âmbito da Conitec, considerando este conceito amplo de SaMD, como publicado pela OMS, algumas tecnologias digitais foram avaliadas, de forma não exaustiva, seguem exemplos:

- **Biotronik Home Monitoring System®** para avaliação remota de pacientes portadores de Dispositivos Cardíacos Eletrônicos Implantáveis³⁴ (Relatório Técnico nº 281/2017)
- **Radioterapia de intensidade modulada (IMRT)** para o tratamento de tumores de cabeça e pescoço em estágio inicial e localmente avançado³⁵ (Relatório Técnico nº 204/2017)
- **Sistema cirúrgico robótico** para cirurgia minimamente invasiva: Prostatectomia radical³⁶ (Relatório Técnico nº 366/2018)

Quanto à incorporação no sistema de saúde de tecnologias digitais, cabe destacar a Secretaria de Informação e Saúde Digital (SEIDIGI) do Ministério da Saúde. Conforme o Decreto de Estrutura Regimental do MS³⁷, Decreto nº 11.798/2023, Art. 52, compete à SEIDIGI:

I - apoiar as Secretarias do Ministério da Saúde, os gestores, os trabalhadores e os usuários no planejamento, no uso e na incorporação de produtos e serviços de informação e tecnologia da informação

e comunicação - TIC, incluídos telessaúde, infraestrutura de TIC, desenvolvimento de software, interoperabilidade, integração e proteção de dados e disseminação de informações;

II - monitorar o portfólio de tecnologias de saúde digital do Ministério da Saúde, inclusive os dicionários de dados, sistemas nacionais de informação em saúde, sistemas internos de gestão, tecnologias de telessaúde, padrões semânticos e tecnológicos e demais soluções de hardware e software;

III - coordenar a Política Nacional de Monitoramento e Avaliação do SUS;

IV - coordenar a Política de Inovação em Saúde Digital do Ministério da Saúde;

V - coordenar as políticas de prospecção e incorporação de tecnologias digitais e telessaúde ao SUS;

VI - definir critérios e coordenar a gestão do acesso e do compartilhamento das bases de dados do Ministério da Saúde;

VII - definir, implementar e monitorar as políticas, as práticas e os procedimentos relativos à proteção de dados, no âmbito Ministério da Saúde;

VIII - monitorar a conformidade das políticas de tecnologia da informação e comunicação e de proteção de dados com as normas e políticas de tecnologia, informação e comunicação da administração pública federal;

IX - definir programas de cooperação tecnológica e educacional com gestores, entidades de pesquisa e ensino e organizações da sociedade civil para prospecção e transferência de tecnologias digitais e para formação em saúde digital; e

X - definir padrões tecnológicos e semânticos para o desenvolvimento, a integração e a interoperabilidade de soluções de tecnologia da informação e comunicação e saúde digital, inclusive telessaúde, no âmbito do SUS.

Desta forma, esses órgãos reguladores de interesse para as tecnologias digitais aqui destacados, definem atributos e parâmetros diversos e são parceiros importantes para os desenvolvedores, fabricantes e usuários de TIC, SaMD no âmbito da saúde, conforme suas atribuições e finalidades. A ESD² possui investimentos consideráveis para projetos alinhados com o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)¹ para a Agenda Global 2030.

ATS na incorporação e gestão de tecnologias digitais nos serviços de saúde

A Avaliação de Tecnologias no âmbito do SUS é conduzida com o objetivo de fornecer informações científicas e evidências sólidas para apoiar a tomada de decisão em saúde, tanto em nível nacional quanto regional ou local³⁸. A ATS pode auxiliar gestores de saúde a tomar decisões informadas, por exemplo, sobre quais tecnologias devem ser priorizadas³⁹. No nível local, aspectos de segurança e desempenho de MD, incluindo SaMD, estão sendo observados e avaliados quotidianamente durante a sua utilização. Por isso, no nível nacional, desde a criação da Anvisa, a Rede de Hospitais Sentinela foi estabelecida^{40, 41}.

Diante de quaisquer ocorrências de interesse sanitário, a Anvisa pode demandar ATS ao(s) hospital(is), conforme necessário. Como em outro exemplo já citado, no nível nacional, na Conitec para incorporar tecnologias digitais no SUS, sempre deve haver consideração dos parâmetros de eficácia clínica, custo-efetividade, impacto na saúde da população e sustentabilidade financeira do sistema de saúde. Em nível nacional, devido a diversidade e volume de demandas, foi criada uma rede de hospitais de ensino do Brasil para auxiliar nessas avaliações, a Rede Brasileira de Avaliação de Tecnologias em Saúde (REBRATS)^{42, 43}.

Da mesma forma que no nível nacional, regional ou localmente, pode haver necessidades dessas avaliações abrangentes para subsidiar decisões de planejamento, gestão e/ou aquisições. Algumas inovações estruturantes de TIC, *healthtechs*, estão reinventando e aprimorando processos e serviços hospitalares⁴⁴.

Algumas etapas fundamentais para a avaliação hospitalar de uma tecnologia digital estão descritas na sequência.

1ª. IDENTIFICAÇÃO DE NECESSIDADE DE ATS

O processo geralmente começa com a identificação de uma perspectiva ou necessidade de adoção de uma determinada tecnologia. A avaliação hospitalar pode ser motivada por vários fatores, tais como a introdução de uma tecnologia com potencial, ou provável, para solucionar lacunas identificadas nos cuidados de saúde, planos ou aquisições demandadas ou determinadas, ou ainda busca por alternativas mais eficientes e econômicas nos processos de trabalho assistencial.

Quando a tecnologia for inovadora no mercado, a busca de conhecimentos sobre seus efeitos, segurança e/ou impacto, pode motivar uma avaliação hospitalar, nas quais, inclusive, podem ser realizados estudos clínicos. Pesquisas e projetos de investigação hospitalares também vêm sendo uma alternativa adotada para obter acesso às inovações e fomento para desenvolver experiência, novos conhecimentos e descrever o “estado da arte”.

Nos hospitais da REBRATS, demandas externas³², por exemplo, da Conitec, podem desencadear avaliações caracterizadas como Pareceres Técnico-Científicos (PTC)³, ou ATS completas com avaliações econômicas⁴⁵. Nos hospitais da Rede Sentinela, a Anvisa pode demandar avaliações de segurança do SaMD diante de um evento adverso, mesmo isolado se grave para “aumentar o sinal” e prevenir recorrências. Da mesma forma, frente à diversas queixas técnicas, podem ser demandados estudos de campo “por motivo” em um ou vários hospitais da Rede Sentinela^{42, 43}.

Enfim, por demanda ou por motivo, há nos estabelecimentos hospitalares concentração de tecnologias e processos, conhecimentos clínicos e inclusive sobre custos, clínicos e “tecnológicos” assistenciais, que os tornam referenciais para ATS⁴⁴.

2ª. Análise da Tecnologia

Uma vez identificada uma necessidade de avaliação, a TIC ou SaMD é analisada em detalhes em nível hospitalar. As evidências de efeito, segurança e desempenho publicadas, bem como as experiências de outros estabelecimentos ou sistemas de saúde podem contribuir para os estudos detalhados de ATS, assim como recomendações de especialistas podem ser relevantes.

A definição e caracterização técnica de uma TIC ou SaMD faz parte do seu dossiê de registro sanitário. Isso deve estar detalhado em suas instruções e orientações para uso apropriado aprovado pela Anvisa.

A avaliação dos requisitos essenciais de eficácia e segurança é uma parte fundamental da avaliação detalhada²². Determinar a eficácia significa mensurar o efeito de uma tecnologia em condições controladas, tais como realizada em estudos clínicos. Nesses estudos, os aspectos da segurança da tecnologia publicados devem ser detalhados, tais como riscos observados ou potenciais. Isso envolve examinar estudos tais como: pesquisas clínicas, revisões sistemáticas, relatórios de eventos adversos e outras fontes de evidência. A revisão da literatura científica sobre evidências de eficácia e segurança é, portanto, a base para estudos de ATS detalhados.

Após, quando TIC ou SaMD estão sendo utilizados, há a avaliação da efetividade. Então, se detalha o efeito ou desempenho da TIC ou SaMD em condições de uso na rotina ou prática assistencial. A efetividade se traduz também em termos de resultados clínicos para os pacientes. Alguns desses efeitos podem ser qualificados ou quantificados conforme a finalidade a que se destinam, por exemplo, na interoperabilidade e *streamline*^{VI} seguro, que permite o acesso rápido ao prontuário eletrônico de pacientes e possibilita ou facilita interconsultas entre profissionais assistenciais, teleconsultas, disponibiliza resultados de exames ou agendamentos para os pacientes, entre outros.

VI Plataforma de interoperabilidade desenvolvida para o segmento da saúde, que garante agilidade no acesso às bases de dados, nas tomadas de decisão e na geração de resultados das instituições.

3ª. Análise de Custos e Custo-Efetividade

Além da avaliação das evidências de eficácia, segurança e efetividade, há estudos de ATS completas⁴⁶. Nessas, os custos de TIC ou SaMD são comparados aos das tecnologias existentes, sobretudo das que as TIC ou SaMD podem alterar ou substituir. Estas são denominadas análises de eficiência e incluem sua relação entre custos e efetividade em comparação com as alternativas existentes. Nestas, também considera os custos associados à tecnologia hospitalar. Isso pode incluir custos diretos, como aquisição e manutenção da tecnologia, bem como custos relacionados, como impacto na utilização de outros recursos hospitalares e em desfechos para a saúde.

4ª. Avaliação de Impacto na Prática Clínica e Organizacional

Outro aspecto importante da avaliação detalhada de TIC ou SaMD é analisar o impacto que a tecnologia possui ou potencialmente pode produzir em processos de trabalho para a prática assistencial ou clínica, incluindo sua aceitação pelos profissionais de saúde. Por exemplo, pode haver impacto na organização do trabalho hospitalar, mudanças nos processos de cuidado e potencial para melhorar os resultados dos pacientes.

5ª. Consultas Externas, Públicas ou a Especialistas

Durante o processo de avaliação de TIC ou SaMD, podem ser realizadas diversas consultas externas, intergrupos da mesma instituição ou consultas com serviços ou organizações diferentes. Por exemplo, no nível nacional, há a normativa de realizar consultas públicas para obter feedback da sociedade civil, organizações de pacientes e profissionais de saúde. Além disso, especialistas clínicos, pesquisadores e gestores de saúde podem ser consultados para fornecer *insights* adicionais sobre a tecnologia em avaliação.

6ª. Elaboração de Recomendações

Com base na análise realizada e nas consultas realizadas, são elaboradas recomendações sobre a adoção ou não da TIC ou SaMD, nos níveis relevantes, local hospitalar ou regional. Essas recomendações fundamentadas em evidências científicas visam orientar a tomada de decisão dos gestores de saúde. Salienta-se que decisões locais em serviços de saúde, sobretudo nos hospitais de ensino, podem influenciar e afetar a gestão, modificar estrutura, processos e resultados de diferentes áreas ou domínios setoriais internos e externos⁴⁴.

7ª. Implementação e Monitoramento

Após a tomada de decisão sobre a adoção da TIC ou SaMD, é importante implementá-la de forma adequada e monitorar seu desempenho ao longo do tempo. Isto inclui monitorar a utilização da tecnologia.

A avaliação de conformidade é um dos métodos de ATS mais difundidos e de fácil realização em campo, sobretudo nos hospitais. Usualmente planejada como uma descrição de um SaMD ou estudo comparativo em relação a uma tecnologia existente, a avaliação é realizada para documentar a conformidade relativa a um parâmetro ou desfecho.

Seja antes da tomada de decisão de compra ou após, durante seu monitoramento, a avaliação de conformidade com os requisitos legais e sobre seus impactos na prática clínica e nos resultados dos pacientes, ao ser apropriadamente documentada, permite, por exemplo, argumentar para realizar ajustes conforme necessário e/ou buscar investimentos/financiamentos para efetivá-los.

É importante destacar que a ATS no âmbito do SUS visa promover a tomada de decisão transparente, baseada em evidências e orientada para o benefício da saúde pública. Ela desempenha um papel crucial na garantia da efetividade, segurança e sustentabilidade dos serviços de saúde oferecidos pelo SUS³².

Estas etapas são essenciais para garantir que a incorporação de tecnologias digitais no âmbito do SUS seja feita de forma criteriosa, baseada

em evidências e orientada para melhorar o acesso, a qualidade e a eficiência dos serviços de saúde para toda a população brasileira.

Requisitos legais para os serviços públicos do SUS fazerem aquisição destas tecnologias digitais

Geralmente, quando da aquisição de tecnologias digitais para os serviços públicos do SUS, existe uma série de requisitos legais para os quais há avaliações de conformidade com as leis e regulamentos aplicáveis visando garantir transparência, eficiência e sustentabilidade, bem como prevenir infrações sanitárias. Assim, a avaliação de conformidade com esses requisitos, documentada com transparência, representa uma defesa legal para uma instituição no âmbito público que adquire um SaMD.

Da mesma forma, ao desenvolver ou manter um SaMD, em qualquer período de sua vida útil, os detentores de registro de um SaMD devem garantir que avaliaram a conformidade com esses requisitos legais relevantes e está se mantendo conforme na etapa do serviço.

Alguns desses requisitos legais relevantes para tecnologias digitais no âmbito do SUS se encontram destacados a seguir.

1ª. Lei de Licitações e Contratos (Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021):

Esta lei estabelece as normas gerais sobre licitações públicas e contratos administrativos no Brasil. Qualquer aquisição de tecnologias digitais no âmbito do SUS deve seguir os procedimentos de licitação definidos nesta lei, garantindo a igualdade de concorrência e a seleção da proposta mais vantajosa para a administração pública⁴⁷.

2ª. Lei de Inovação Tecnológica (Lei nº 10.973/2004, Lei nº 13.243/2016 e Decreto de Inovação 9.283/2018):

Esta lei estabelece incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no Brasil. Ela pode ser aplicável à aquisição de tecnologias digitais no âmbito do SUS, especialmente se envolver parcerias com instituições de pesquisa ou empresas inovadoras^{48, 49}.

3º. Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011):

Esta lei garante o acesso dos cidadãos às informações públicas, incluindo informações sobre aquisições de tecnologias digitais pelo SUS. Os órgãos públicos são obrigados a fornecer informações sobre processos de aquisição, contratos e gastos públicos, conforme solicitado pelos cidadãos⁵⁰.

4º. Lei de Proteção de Dados Pessoais (Lei nº 13.709/2018):

Esta lei estabelece regras sobre o tratamento de dados pessoais por parte de órgãos públicos e empresas privadas. A aquisição de tecnologias digitais no âmbito do SUS deve estar em conformidade com as disposições desta lei, especialmente no que diz respeito à proteção da confidencialidade, privacidade dos dados dos pacientes⁵¹.

5º. Regulamentação da Anvisa:

Se a tecnologia digital estiver relacionada a dispositivos médicos, equipamentos de saúde ou sistemas de informação em saúde, pode estar sujeita à regulamentação da Anvisa. Neste caso, a aquisição deve seguir as normas e regulamentos estabelecidos por esta agência, garantindo a segurança e eficácia dos produtos. Entre essas, o dossiê técnico do registro sanitário contém o elenco de requisitos legais aplicáveis e a finalidade aprovada de um SaMD. Esse dossiê do registro sanitário, seja na Anvisa ou internacionais (por exemplo, EMA, na Europa ou FDA, nos Estados Unidos) e instruções de uso se encontra disponível online, o que facilita a sua disseminação e agiliza consultas⁵².

6º. Normas Técnicas e Padrões de Interoperabilidade:

O SUS adota normas técnicas e padrões de interoperabilidade para garantir a integração e compatibilidade das tecnologias digitais adquiridas com outros sistemas de saúde. Isto pode incluir padrões de troca de dados, formatos de arquivo, protocolos de comunicação e requisitos de segurança da informação. Por exemplo, o sistema administrativo de faturamento e epidemiologia do SUS, o DATASUS, possui padrões frequen-

temente atualizados e distribuídos aos estabelecimentos de saúde. Estes permitem a declaração dos procedimentos assistenciais realizados conforme com as Tabelas padronizadas (CID-10, SIGTAP, cadastro e credenciamentos do estabelecimento, CBO, etc.)⁵³.

7ª. Regulamentações Específicas:

Dependendo do tipo de tecnologia digital, classe de risco, finalidade e contexto de utilização, pode haver uma ou diversas regulamentações específicas aplicáveis, como regulamentações sobre software médico, segurança da informação, telecomunicações, entre outras.

É importante que os gestores de saúde do SUS estejam cientes destes requisitos legais e busquem orientação jurídica adequada ao adquirir tecnologias digitais para os serviços públicos de saúde. O cumprimento dessas normas e regulamentos é essencial para garantir a legalidade, segurança e eficácia das aquisições de tecnologias digitais no contexto do SUS.

A incorporação de tecnologias digitais no SUS possui o potencial de revolucionar a forma como os serviços de saúde são prestados no Brasil, proporcionando uma experiência mais eficiente, acessível e centrada no paciente. No entanto, é importante garantir que essas tecnologias sejam implementadas de forma inclusiva, equitativa e segura, para que todos os cidadãos possam se beneficiar delas, independentemente de sua localização geográfica, condição socioeconômica ou nível de educação.

A ATS e a tecnovigilância envolvendo tecnologias digitais

Tecnovigilância é o sistema de vigilância de produtos para a saúde na fase de pós-comercialização, com vistas a garantir segurança sanitária, proteção e promoção da saúde da população⁵⁴. A tecnovigilância de produtos para saúde inclui a observação de ocorrências durante a utilização de uma TIC ou SaMD ao longo de sua pós-comercialização. Por exemplo, a prevalência de queixas técnicas de não conformidades ou incidência de eventos adversos ao usá-lo em/para um paciente permitem recomendar

a adoção de medidas que as sanem, ou minimizem agravos e recorrências (Manual de Tecnovigilância)⁵⁵.

A tecnovigilância é mandatória para empresas detentoras de cadastro (SaMD classes de risco I e II) ou registro sanitário pleno (SaMD classes de risco III e IV), durante a fase de pós-comercialização e por toda sua vida útil. Isso requer um monitoramento contínuo de cada estabelecimento usuário onde o SaMD foi vendido ou distribuído²⁶. A tecnovigilância também é mandatória para estabelecimentos de saúde da rede pública, do SUS⁵⁶. Hospitais públicos e privados da Rede Sentinela e REBRATS, sobretudo, são encorajados e habituados também às parcerias com as empresas, não apenas de maneira reativa diante de ocorrências, e sim participando ativamente em estudos colaborativos, comparativos e clínicos.

Caso haja observação de ocorrência com potencial de agravo à saúde, segundo a classificação da notificação (conforme detalhado na Cartilha de notificação e de ação de campo de dispositivos médicos), ações são realizadas pelos fabricantes ou detentores de registro de produto para a saúde com o objetivo de reduzir o risco de recorrência. As principais ações “de campo” realizadas pelas empresas são: atualização (incremental) de *software*, correção em campo de produtos, encaminhamento de cartas aos clientes com instruções referente aos “problemas” detectados, recolhimento do SaMD (*recall*), entre outros²⁶. Se houver qualquer ação de campo relacionada aos produtos, a empresa deve notificar a Anvisa no Formulário de Notificação de Ação de Campo⁵⁷, em conformidade com a RDC/Anvisa nº 551/2021.

Por outro lado, a Anvisa auxilia as empresas na comunicação das ações de campo. Essas são normalmente aprovadas e disseminadas aos estabelecimentos de saúde por meio de Alertas de Tecnovigilância. Esses Alertas comunicam o(s) risco(s) e “problema(s)” envolvendo o(s) produto(s) e permitem aos usuários o acesso de dados específicos do(s) produto(s) afetado, descrição detalhada do problema, ações a serem realizadas com o(s) produto(s) e atividades conforme recomendações do fabricante ou detentor do registro do produto.

Esta RDC/Anvisa nº 551/2021 também dispõe que é dever das empresas fabricantes e detentoras de registro, estruturar, efetivar e gerenciar

o cumprimento das ações de campo dos produtos registrados no Brasil. A Anvisa os auxilia documentando as etapas efetivas cumpridas e ajustes em atualização de Alertas de Tecnovigilância.

Há vários exemplos de Alertas de Tecnovigilância de TIC ou SaMD que podem ser consultados na base de dados online, bem como consultar o histórico de alertas da antiga base SISTEC. Está igualmente disponível o arquivo de dados agregados das notificações realizadas pelas empresas e estabelecimentos de saúde, organizados pelo nome técnico genérico do produto e por período⁵⁸.

Essas regulações fazem parte de um consenso internacional. Os países membros do *International Medical Device Regulators Forum*, IMDRF, incluindo o Brasil, votam estas diretrizes, que subsequentemente são internalizadas nos países como regulações. Isso facilita o intercâmbio das informações internacionalmente⁵⁹. Por isso, vários dos alertas publicados na internet da Anvisa podem haver ocorrido em outras jurisdições, cujas informações online também consistem em fontes para consultas relevantes.

A internet da *Commision Européenne* (EMA) ou da *Food and Drug Administration* (FDA) dos Estados Unidos, por exemplo, possuem dados detalhados sobre os *softwares* comercializados, desde seu registro e durante todo o ciclo de vida útil, *lifecycle*, atualizado nas suas respectivas jurisdições. Tais bases online contêm estudos determinados por esses reguladores quando as informações estavam incertas no momento do seu registro ou de tecnovigilância “por motivo” de segurança ou desempenho observados pelos *stakeholders*⁶⁰.

Essas avaliações de conformidade de segurança e desempenho de TIC ou SaMD ao longo de sua pós-comercialização retroalimentam duas dimensões, regulatória e inovação. A dimensão regulatória permite à empresa manter a vigência do cadastro ou renovar o registro sanitário, ajustar precauções ou avisos nas instruções para uso, incrementar comunicações entre os *stakeholders* e publicizar o sistema da qualidade da empresa e do produto, entre outros. Ao incrementar comunicações ou diante de “correções” de lacunas, problemas ou *bugs*, novas ideias ou aspectos favorecem as inovações incrementais ou disruptivas.

Assim, TIC ou SaMD possuem uma dinâmica ágil e diferenciada em sua evolução e vêm contribuindo sobremaneira para a segurança do paciente, bem como têm sido instrumentais para incrementar o acesso e a equidade no setor da saúde⁴⁴.

Referências

1. WHO - World Health Organization. Seventy-first world health assembly. WHA71.7. Digital health [internet]. 2018 [acesso em 10 jul 2024]. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/279505/A71_R7-en.pdf?sequence=1
2. Brasil. Resolução nº 19, de 22 de junho de 2017. Aprova e torna público o documento Estratégia e-Saúde para o Brasil, que propõe uma visão de e-Saúde e descreve mecanismos contributivos para sua incorporação ao Sistema Único de Saúde (SUS) até 2020. Diário oficial da União. 13 jul 2017; Seção 1:30.
3. Brasil. Resolução nº 46, de 29 de agosto de 2019. Institui o Comitê Gestor da Estratégia de Saúde Digital e define a sua composição, as suas competências e as suas unidades operacionais na estrutura do Ministério da Saúde, em substituição ao Comitê Gestor da Estratégia de e-Saúde no Brasil. Diário Oficial da União. 11 out 2019; Seção 1:49.
4. Ministério da Saúde (BR), Secretaria-Executiva. Departamento de Informática do SUS. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028 [internet]. Brasília (DF); 2020 [acesso em 25 ago 2024]. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia_saude_digital_Brasil.pdf
5. Zara ALSAT, et al., organizadores. Trajetória da saúde digital no Brasil [internet] Goiânia: Cegraf UFG; 2021 [acesso em 10 set 2024]. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/items/4d49d63f-6db7-4cc1-a264-55b2237c672d/full>
6. Herédia L. Saúde Digital: a transformação do cuidado [internet]. 2024 [acesso em 27 mar 2024]. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/radio/1/reportagem-especial/2024/01/30/saude-digital-a-transformacao-do-cuidado>
7. Alami H, Lehoux P, Auclair Y, Guise M, Gagnon MP, Shaw J, et al. Artificial Intelligence and Health Technology Assessment: Anticipating a New Level of Complexity. J Med Internet Res [internet]. 2020 [acesso em 05 abr 2024];22(7):e17707. Disponível em: <https://www.jmir.org/2020/7/e17707/PDF>
8. Mayrink NNV, Alcoforado L, Chioro A, Fernandes F, Lima TS, Camargo EB, et al. Translational research in health technologies: A scoping review. Front Digit Heal. 2022;4:1-13.

9. PAHO - Pan American Health Organization. Q&A on artificial intelligence for supporting public health: reference tool to support the exchange of information and promote open conversations and debates [internet]. 2024 [acesso em 10 jul 2024]. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/59315>
10. Pecchia L, Craven MP. Early stage Health Technology Assessment (HTA) of biomedical devices: The MATCH experience [internet]. 2013 [acesso em 29 jul 2024]. (IFMBE:1525;8). Disponível em: <https://nottingham-repository.worktribe.com/index.php/output/1005368/early-stage-health-technology-assessment-hta-of-biomedical-devices-the-match-experience>
11. Blankart CR, Dams F, Penton H, Kaló Z, Zemplényi A, Shatrov K, et al. Regulatory and HTA early dialogues in medical devices. *Health Policy (New York)* [internet]. 2021 [acesso em 10 ago 2024];125(10):1322–9. Doi:10.1016/j.healthpol.2021.07.010
12. Ijzerman MJ, Koffijberg H, Fenwick E, Krahn M. Emerging Use of Early Health Technology Assessment in Medical Product Development: A Scoping Review of the Literature. *Pharmacoeconomics*. 2017;35(7):727–40.
13. Hughes J, Lennon M, Rogerson RJ, Crooks G. Scaling digital health innovation: Developing a new service readiness level framework of evidence. *Int J Environ Res Public Health* [internet]. 2021;18(23):12575. Doi: 10.3390/ijerph182312575.
14. Campbell B, Dobson L, Higgins J, Dillon B, Marlow M, Pomfrett C. A new health technology assessment system for devices: the first five Years. *Int J Technol Assess Health Care* [internet]. 2017;33(1):19–24. Doi: 10.1017/S0266462317000253.
15. Tarricone R, Torbica A, Drummond M. Challenges in the Assessment of Medical Devices: The MedtecHTA Project. *Heal Econ (United Kingdom)*. 2017; 26:5–12.
16. Ministério da Saúde (BR). Matriz de Desafios Produtivos e Tecnológicos em Saúde [internet]. Brasília (DF);2023 [acesso em 10 abr 2024]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-2.261-de-8-de-dezembro-de-2023-529259361>
17. Lei nº 6360 de 23 de setembro de 1976. Dispõe sobre a vigilância sanitária a que ficam sujeitos os medicamentos, as drogas, os insumos farmacêuticos e correlatos, cosméticos, saneantes e outros produtos, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*; Seção 1:12647.
18. Ministério da Saúde (BR). Resolução nº 185, de 22 de outubro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico que consta no anexo desta Resolução, que trata do registro, alteração, revalidação e cancelamento do registro de produtos

- médicos na Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Diário Oficial da União. 06 nov 2001; Seção 1:54.
19. Ministério da Saúde (BR). Resolução nº 751, de setembro de 2022. Dispõe sobre a classificação de risco, os regimes de notificação e de registro, e os requisitos de rotulagem e instruções de uso de dispositivos médicos. Diário Oficial da União. 21 set 2022; Seção 1:180.
 20. Ministério da Saúde (BR). Resolução nº 657, de 24 de março de 2022. Dispõe sobre a regularização de software como dispositivo médico (SaMD). Diário Oficial da União. 30 mar 2022; Seção 1:61.
 21. Ministério da Saúde (BR). Resolução nº 16, de 1º de abril de 2014. Dispõe sobre os Critérios para Peticionamento de Autorização de Funcionamento (AFE) e Autorização Especial (AE) de Empresas. Diário Oficial da União.
 22. Ministério da Saúde (BR). Resolução nº 546 de 30 de agosto de 2021. Dispõe sobre os requisitos essenciais de segurança e eficácia aplicáveis aos produtos para saúde. Diário Oficial da União. 31 ago 2021; Seção 1:165.
 23. Ministério da Saúde (BR). Resolução nº 837, de 13 de dezembro de 2023. Dispõe sobre realização de investigações clínicas com dispositivos médicos no Brasil. Diário Oficial da União. 15 dez 2023.
 24. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária- Anvisa. Instrução Normativa nº 283, de 7 de março de 2024. Aprova a lista de Normas Técnicas para a certificação de conformidade dos equipamentos sob regime de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União. 8 mar 2024.
 25. Ministério da Saúde (BR). Resolução nº 67, de 21 de dezembro de 2009. Dispõe sobre normas de tecnovigilância aplicáveis aos detentores de registro de produtos para saúde no Brasil. Diário Oficial da União.
 26. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução nº 551, de 30 de agosto de 2021. Dispõe sobre a obrigatoriedade de execução e notificação de ações de campo por detentores de registro de produtos para a saúde no Brasil. Diário Oficial da União. 31 ago 2021; Seção 1:139.
 27. WHO – World Health Organization. Who guideline recommendations on digital interventions for health system strengthening [internet] Geneva: World Health Organization; 2019 [acesso em 10 ago 2024]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541902/>
 28. WHO – World Health Organization. Global strategy on digital health 2020-2025 [internet]. Geneva: World Health Organization; 2021 [acesso em 10 jul 2024]. Disponível em: <https://www.who.int/docs/default-source/documents/g4dhdaa2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf>

29. Brönneke JB, Herr A, Reif S, Stern AD. Dynamic HTA for digital health solutions: opportunities and challenges for patient-centered evaluation. *International Journal of Technology Assessment in Health Care* [internet]. 2023;39(1):e72. doi:10.1017/S0266462323002726
30. Line F, Julie DS, Tess M, Pierre N, Isabelle B, Nicolas M. Are current clinical studies on artificial intelligence-based medical devices comprehensive enough to support a full health technology assessment? A systematic review, *Artif Intell Med* [internet]. 2023;140:102547. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2023.102547>
31. Brasil. Lei nº 12.401, de 28 de abril de 2011. Altera a Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, para dispor sobre a assistência terapêutica e a incorporação de tecnologia em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS. *Diário Oficial da União*. 29 abr 2011; Seção 1:1.
32. Brasil. Decreto Nº 11.161, de 4 de agosto de 2022. Altera o Decreto nº 7.508, de 28 de junho de 2011, e o Decreto nº 7.646, de 21 de dezembro de 2011, para dispor sobre a Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no Sistema Único de Saúde e sobre o processo administrativo para incorporação, exclusão e alteração de tecnologias em saúde pelo Sistema Único de Saúde. *Diário Oficial da União* [internet]. 05 ago 2022; Seção 1:7 [acesso em 10 maio 2024]. Disponível em: <http://conitec.gov.br/images/Legislacao/>
33. CFM - Conselho Federal de Medicina. Resolução nº 2.314, de 2022. Define e regulamenta a telemedicina, como forma de serviços médicos mediados por tecnologias de comunicação. *Diário Oficial da União*. 05 maio 2022; Seção 1:227.
34. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias em Saúde. Coordenação de Avaliação e Monitoramento de Tecnologias. Biotronik Home Monitoring System para avaliação remota de pacientes portadores de Dispositivos Cardíacos Eletrônicos Implantáveis [internet]. (Relatório Técnico; 281). [acesso em 10 set 2024]. Disponível em: http://antigo-conitec.saude.gov.br/images/Relatorios/2017/Biotronik_Monitoramento_de_dispositivos_card%C3%ADacos_281_2017_FINAL_web.pdf
35. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias em Saúde. Coordenação de Avaliação e Monitoramento de Tecnologias. Sistema cirúrgico robótico para cirurgia minimamente invasiva: Prostatectomia radical [internet]. Brasília: Conitec. (Relatório Técnico; 366). [acesso em 10 set 2024]. Disponível em: https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/relatorios/2018/recomendacao/relatorio_davinci_prostatectomia.pdf

36. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias em Saúde. Coordenação de Avaliação e Monitoramento de Tecnologias. Radioterapia de intensidade modulada (IMRT) para o tratamento de tumores de cabeça e pescoço em estágio inicial e localmente avançado [internet]. Brasília: Conitec. (Relatório Técnico; 204). Disponível em: http://antigo-conitec.saude.gov.br/images/Relatorios/2017/Recomendacao/Relatorio_IMRT_Tumor-CabecaPescoco_final.pdf
37. Brasil. Decreto nº 11.798, de 28 de novembro de 2023. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério da Saúde e remaneja e transforma cargos em comissão e funções de confiança. Diário Oficial da União [internet]. 28 nov 2023; Seção 1:1 [acesso em 15 mar 2024]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11798.htm
38. Trindade E. Desenvolvimento da avaliação de tecnologias de saúde no mundo. *Bis, Bol Inst Saúde* [internet]. 2013 [acesso em 10 fev 2024];14(2):135-142. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/bis/article/view/34126>
39. Elias FTS. A importância da avaliação de tecnologias para o Sistema Único de Saúde. *Bis, Bol Inst Saúde* [internet]. 2013 [acesso em 15 mar 2024];14(2):143-150. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/bis/article/view/34155>
40. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. RDC nº 51, de 2014. Dispõe sobre a Rede Sentinela para o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.
41. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Instrução Normativa da Anvisa IN nº 8/2014. Dispõe sobre os critérios para adesão, participação e permanência dos serviços de saúde na Rede Sentinela).
42. Ministério da Saúde (BR). Rede Brasileira de Avaliação Tecnologia e Saúde - REBRATS. Portaria nº 2.915, de 12 de dezembro de 2011. Institui a Rede Brasileira de Avaliação de Tecnologias em Saúde (REBRATS).
43. Decreto nº 9.795 de 17 de maio de 2019. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério da Saúde, remaneja cargos em comissão e funções de confiança, transforma funções de confiança e substitui cargos em comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores - DAS por Funções Comissionadas do Poder Executivo - FCPE.
44. Pereira AJR. Inovação e hospitais universitários: um estudo de caso [tese] [internet]. São Paulo: Escola de Administração de Empresas da Fundação Ge-

- túlio Vargas; 2022 [acesso em 23 jun 2024]. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/pessoa/antonio-jose-rodrigues-pereira> e <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/62171afe-537d-4929-86dd-3b9761db5a38/content>.
45. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Diretrizes metodológicas: elaboração de pareceres técnico-científico. 4. ed. Brasília (DF); 2014.
 46. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Diretriz de Avaliação Econômica [internet]. 2. ed. Brasília (DF); 2014 [acesso em 23 jun 2024]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_diretriz_avaliacao_economica.pdf
 47. Brasil. Lei nº 14.133, de 1 de abril 2021. Estabelece normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios [internet]. [acesso em 13 mar 2024]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14133.htm.
 48. Brasil. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências.
 49. Lei 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015.
 50. Brasil. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. Diário Oficial da União [internet]. 18 nov 2011; Seção 1:1. [acesso em 13 mar 2024]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm.
 51. Brasil. Lei nº 13.709, de 14 agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) [internet]. [acesso em 13 mar 2024]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm.
 52. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Lista de dispositivos médicos regularizados [internet]. [acesso em 30

- mar 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/Anvisa/pt-br/assuntos/produtosparasaude/lista-de-dispositivos-medicos-regularizados>. TA_produto_saude_site.xls
53. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Informação e Saúde Digital do Ministério da Saúde. Sistema Nacional de Informações em Saúde. Sistema de Informações do SUS. Sistemas e Aplicativos <https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/>. Acesso em: [30/03/2024]
 54. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Tecnovigilância [internet]. [acesso em 30 mar 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/Anvisa/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-monitoramento/tecnovigilancia>
 55. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Manual de Tecnovigilância: abordagens de vigilância sanitária de produtos para a saúde comercializados no Brasil [internet]. Brasília (DF): 2020 [acesso em 30 mar 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/Anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/monitoramento/tecnovigilancia/manual-de-tecnovigilancia-abordagens-de-vigilancia-sanitaria-de-produtos-para-a-saude-comercializados-no-brasil.pdf/view>
 56. Ministério da Saúde (BR). Sistema de Notificação e Investigação em Vigilância Sanitária - VIGIPOS Portaria nº 1.660, de 22 de julho de 2009. Institui o Sistema de Notificação e Investigação em Vigilância Sanitária - VIGIPOS, no âmbito do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, como parte integrante do Sistema Único de Saúde - SUS. [internet]. [acesso em 30 mar 2024]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2009/prt1660_22_07_2009.html
 57. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Formulário de Notificação de Ação de Campo. RDC - Anvisa nº 551/2021 e art. 3º da RDC - Anvisa nº 483/2021 [internet]. [acesso em 30 mar 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/Anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/monitoramento/tecnovigilancia/orientacoes-para-acesso-ao-historico-da-notificacao-pela-empresa.pdf>
 58. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Painéis da Tecnovigilância [internet]. [acesso em 01 abr 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/Anvisa/pt-br/acessoainformacao/dadosabertos/informacoes-analiticas/tecnovigilancia>.
 59. IMDRF - International Medical Device Regulators Forum. White Paper: The life cycle of medical devices: the importance of post-market related activities. In 23rd IMDRF Session Joint Workshop by IMDRF - DITTA and GMTA. Brussels, 27 March 2023. [acesso em 30 mar 2024]. Disponível em: <https://www>.

imdrf.org/news-events/white-paper-23rd-imdrf-session-joint-workshop-imdrf-ditta-and-gmta-importance-post-market-related-activities

60. FDA - Food and Drug Administration. 522 Postmarket Surveillance Studies Program. [acesso em 30 mar 2024]. Disponível em: <https://www.fda.gov/medical-devices/postmarket-requirements-devices/522-postmarket-surveillance-studies-program>

Desafios éticos e de privacidade em monitoramento remoto em saúde

Stella Tassinari Máximo^I, Ana Leticia Gomes dos Santos^{II}, Christian Gonçalves^{III}, Samuel Minucci Camargo^{IV}, Daniel Gustavo Goroso^V

Contexto da telemedicina no Brasil

A telemedicina, conforme definida na Resolução nº 1.643 de 2002 do Conselho Federal de Medicina (CFM), refere-se ao exercício da Medicina por meio de metodologias interativas de comunicação audiovisual e de dados, visando a assistência, educação e pesquisa em saúde. Embora tenha contribuído significativamente para superar obstáculos da medicina tradicional, como a vigilância contínua e a otimização dos recursos de saúde, esta abordagem de cuidado também apresenta desafios éticos e jurídicos que requerem uma atenção cuidadosa para garantir a proteção dos direitos dos pacientes e a segurança dos serviços, em conformidade com a legislação.

Os desafios do telemonitoramento são principalmente derivados das lacunas na legislação brasileira e da falta de clareza na descrição dos princípios éticos e sua aplicação no contexto digital. Portanto, é crucial uma maior especificidade da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) para fundamentar legalmente a privacidade, que é uma preocupação central

I Stella Tassinari Máximo é graduanda em Medicina, Faculdade de Medicina São Leopoldo de Araras.

II Ana Leticia Gomes dos Santos é graduanda em Biomedicina, Universidade Mogi das Cruzes.

III Christian Gonçalves é graduando em Medicina, Universidade Mogi das Cruzes.

IV Samuel Minucci Camargo é médico Cardiologista, Doutorando em Engenharia Biomédica pela Universidade Mogi das Cruzes.

V Daniel Gustavo Goroso (danielg@umc.br) é físico pela Faculdade de Ciências Exatas da Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina. Doutor em Engenharia Biomédica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com pós-doutorado pelo UC Davis Health Center da University of California, Estados Unidos. Professor visitante no College of Medicine da University North State of California, Estados Unidos, é professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC).

na relação médico-paciente. Além disso, há a necessidade de uma conceituação clara dos princípios éticos a serem seguidos, juntamente com o estabelecimento de um processo que demonstre sua aplicação prática no telemonitoramento, a fim de garantir uma conduta segura, ética e alinhada com os valores fundamentais da medicina.

A telemedicina pode ser entendida como o uso das tecnologias de informação e comunicação na saúde, viabilizando a oferta de serviços ligados aos cuidados com a saúde (ampliação da atenção e da cobertura), especialmente nos casos em que a distância é um fator crítico. Concebida originalmente na década de 1960 durante os primeiros voos espaciais tripulados, nos quais foram necessárias técnicas de telemetria para monitorar os sinais vitais dos astronautas¹.

Desde as descobertas na eletricidade por Alessandro Volta (1745-1827) e André-Marie Ampère (1775-1836) até o experimento de Harvard (1967), primeira experiência de atendimento instantâneo com troca de informações dos pacientes, culminam no somatório, de modo singular, de elementos científicos e teóricos a constituir, então, o que se tornaria o futuro da prática médica.

Entretanto, as experiências com essa tecnologia foram efetivamente adentrar no solo nacional somente em 1990, coincidindo com o advento das linhas de transmissão de dados de ampla distribuição. Esse período marcou o início de uma rápida expansão e comércio das diversas tecnologias desenvolvidas para essa área, seguindo assim para sua área de maior ampliação e partida do aproveitamento comercial das diversas tecnologias desenvolvidas¹. Em 1994 foram iniciadas as operações da empresa de eletrocardiogramas à distância –TELECARDIO. Criou-se em 1997 o serviço – ECG-FAX, ofertando o envio dos eletrocardiogramas entre localidades pelo Instituto do Coração (InCor). Em 1997, foi criado o Hospital Virtual Brasileiro, pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), e a primeira disciplina de Telemedicina no país, pela Universidade de São Paulo (USP), marcos importantes na história, pelo desempenho para se alcançar os resultados atuais².

Ademais, paralelamente aos avanços acadêmicos as contribuições de governos foram indispensáveis à edificação da ascensão intelectual nessa área, como a criação, em 1989, da Rede Nacional de Ensino e Pes-

quisa (RNP) pelo então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Também na esfera da informação em saúde, em 2003, o Ministério da Saúde dedicou-se à criação da Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS), visando estabelecer diretrizes para a gestão da informação e o uso da tecnologia da informação no setor da saúde a partir de abordagem tripartite³.

Com o correr dos anos a demanda mundial por tecnologia aumentou e com isso a necessidade de suprir as lacunas de um mundo mais conectado se tornou premente e fez com que fomentasse a ideia da criação de um projeto piloto gerenciado pelo Ministério da Saúde denominado “Telessaúde”, que em 2010 levou à implantação de tecnologias nas Unidades Básicas de Saúde (UBS), equipamentos de informática em geral, para estabelecer a rede de conectividade das unidades com os demais pontos de atenção integrantes da Rede de Atenção à Saúde. Essa ação inicial denominou-se Informatização e Telessaúde Brasil Redes na Atenção Básica e para que não fosse a única o governo estimulou a criação de novos Núcleos de Telessaúde estaduais e intermunicipais, remunerando os estados e municípios por sua criação e uso efetivo, avaliados por meio de indicadores criados com este intuito³.

Privacidade e telemonitoramento

Consoante a breve história da telemedicina, e consequentemente telemonitoramento, informada, podemos observar que sempre houve uma relação intrínseca dessa modalidade de atendimento com o curso de mudanças no mundo⁴. Contudo, apesar de se esperar que a norma suceda à inovação e ocupe um vácuo na disciplina em questão, não é o que ocorre com esse modelo de suporte médico no Brasil; a regulação dos aspectos legais não atende aos padrões esperados na velocidade em que ocorrem as mudanças, o que gera como consequência uma série de dilemas éticos e de privacidade que repercutem na vida dos pacientes.

Nesse sentido, a privacidade que é um dos pontos decisivos no binômio médico-paciente fica apoiada na simplicidade monológica da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) nº. 13.709/2018 que enquadra no mesmo rol tanto os dados relativos à saúde, como os biométricos e

genéticos, além dos dados pessoais sensíveis, presentes no inciso II do artigo 5⁵. Em contrapartida, a Regulação Geral de Proteção Europeia⁶, que constitui um modelo global, em seu artigo 4º. explora uma categoria específica para dados de saúde “dados pessoais relacionados com a saúde física ou mental de uma pessoa singular, incluindo a prestação de serviços de saúde, que revelem informações sobre o seu estado de saúde”. Portanto, isso implica que a segurança de nossos dados obtidos, por exemplo, pelo monitoramento da frequência cardíaca por um *smartwatch* tem o mesmo apoio legal dos resultados obtidos em uma consulta antropométrica coletada e engavetada em uma Unidade Básica de Saúde, mesmo que apresentem modelos e implicações futuras diferentes, sejam elas sua adequação à telemedicina ou como desafios éticos e regulatórios.

Uma das maneiras adotadas para reduzir efeitos negativos da lei e preservar o sigilo quanto à intimidade dos pacientes foi incluir na Lei nº 8.080/1990 o princípio da “responsabilidade digital” por meio da Lei nº 14.510/2022, no inciso IX do artigo 26-A^{7, 8} telemedicina com o intuito de indicar a responsabilidade e demandar uma atitude dos profissionais da saúde para serem elementos ativos na segurança privada, assegurando que eles invistam de maneira efetiva na proteção dos dados digitais⁹ e a aplicação de sanções administrativas pela autoridade nacional aos agentes de tratamento de dados em razão das infrações cometidas às previsões legais.

De acordo com o art. 52 do capítulo VIII da Lei Geral de Proteção de Dados, serão aplicáveis pela autoridade nacional aos agentes de tratamento de dados em razão das infrações cometidas às previsões legais da referida legislação, as seguintes sanções administrativas:

I - advertência, com indicação de prazo para adoção de medidas corretivas;

II - multa simples, de até 2% (dois por cento) do faturamento da pessoa jurídica de direito privado, grupo ou conglomerado no Brasil no seu último exercício, excluídos os tributos, limitada, no total, a R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais) por infração;

III - multa diária, observado o limite total a que se refere o inciso II;

IV - publicização da infração após devidamente apurada e confirmada a sua ocorrência;

V - bloqueio dos dados pessoais a que se refere a infração até a sua regularização;

VI - eliminação dos dados pessoais a que se refere a infração;

[...]

X - suspensão parcial do funcionamento do banco de dados a que se refere a infração pelo período máximo de 6 (seis) meses, prorrogável por igual período, até a regularização da atividade de tratamento pelo controlador (Incluído pela Lei nº 13.853, de 2019);

XI - suspensão do exercício da atividade de tratamento dos dados pessoais a que se refere a infração pelo período máximo de 6 (seis) meses, prorrogável por igual período (Incluído pela Lei nº 13.853, de 2019);

XII - proibição parcial ou total do exercício de atividades relacionadas a tratamento de dados (Incluído pela Lei nº 13.853, de 2019)¹⁰

Ademais, é importante destacar que, segundo o §1º do art. 52, as sanções somente podem ser aplicadas depois do ato administrativo que permita a ampla defesa do infrator e sejam considerados determinados critérios, como a boa fé e a reincidência. Outras sanções assinaladas no art. 52 não substituem a aplicação de sanções administrativas, civis e penais definidas no Código de Defesa do Consumidor ou em outra legislação específica, consoante o disposto no §2º do mesmo artigo¹⁰.

Como se pode verificar, há carência em alguns aspectos da lei brasileira que trata do telemonitoramento, principalmente no quesito que abrange os dados sensíveis, que deve ser entendido como um dos temas mais desafiadores e de grande repercussão. Isso se deve ao fato de que se trata de violação da intimidade de pacientes, ocorrência em potência que pode causar dano ao paciente ou cliente.

Situação mais evidente e facilmente imaginável é aquela em que as métricas colhidas por um *smartwatch*, relacionados a dados do paciente, como seu índice de atividade física ou o resultado de um eletrocardiograma, possam chegar ao conhecimento de agentes econômicos cujos interesses se beneficiariam em não receber determinado cliente, promovendo uma seleção adversa, incluindo o encarecendo o prêmio de um seguro, por exemplo. Em verdade, as consequências podem ir muito além deste caso hipotético.

Desafios éticos do telemonitoramento

A bioética, um dos fundamentos para a prática clínica, é indispensável para o enfrentamento de questões que podem surgir na vida profissional. Seus conceitos básicos, muitas vezes vistos como desnecessários, desempenham uma função inabdicável no cotidiano dos profissionais, atuando como guia para sua conduta. Na área da saúde, caracterizada pelo contato direto com o ser humano, frequentemente em estado de vulnerabilidade, a preocupação da sociedade com os aspectos éticos deve ser acentuada. Torna-se imprescindível a junção da dimensão legal com a ética para nortear melhor conduta, não só respeitando as normas da legislação de ética profissional, mas também deve-se compreender e respeitar o paciente, indo além do que simboliza a sua queixa.

Nesse sentido, sucintamente, as questões éticas no telemonitoramento apresentam-se sob três conjuntos a serem concomitantemente trabalhados na aplicação, quais sejam: a autonomia, a beneficência, a não-maleficência e a justiça, sem descurar de problemas inerentes à distância física e até social entre o profissional de saúde e o paciente; intimidade e confidência de dados do paciente, ressaltando-se necessidade de mecanismos de segurança robustos para proteger as

informações transmitidas digitalmente; e a equidade no acesso aos serviços de telessaúde, discutindo-se as possíveis disparidades que podem surgir em razão de barreiras tecnológicas.

Na década de 1920, na Alemanha, com um artigo do teólogo Fritz Jahr (1895-1953) acerca da criação de um imperativo bioético amplo, propunham para todas as formas de vida: “Respeite todo ser vivo como princípio e fim em si mesmo e trate-o, se possível, enquanto tal”. Posteriormente, nos Estados Unidos, o bioquímico Van Rensselaer Potter (1911-2001), em 1970, em *Bioethics: Bridge to the future*, argumentou que se precisava de uma nova ética que considerasse não somente os interesses individuais, mas também os interesses da comunidade global e a relação com o meio ambiente. O autor mostrava-se intensamente preocupado com as consequências do progresso e dos avanços materiais ocorridos no Ocidente sobre a vida de indivíduos e sociedades¹¹.

Quase que concomitantemente, nos anos 1970, grande avanço recebeu a bioética pela contribuição de Tom Beauchamp (1929-2025) e James F. Childress, cujo livro “Princípios de Ética Biomédica”, de 1979, reuniu os princípios da autonomia, beneficência, não maleficência e justiça, em enfoque conjunto para o exercício da assistência à saúde.

Tais princípios, como mencionado, participam ativamente dos problemas éticos do telemonitoramento. Cada aspecto discutido na bioética principialista representa um problema para superar e um avanço. A autonomia¹² refere-se ao direito do paciente em deliberar, livre de constrangimentos, sobre sua saúde e tratamento, devendo-se respeitar seus valores, crenças e preferências individuais, com amplo conhecimento das informações médicas sobre sua situação ou estado de saúde, e possibilidades de tratamento.

Assim, o paciente tem o direito de consentir ou recusar tratamentos, procedimentos médicos, bem como a participação em pesquisas, com base em informações claras e compreensivas fornecidas pelos profissionais de saúde. No que respeita ao monitoramento remoto, a distância física pode limitar a interação direta entre o paciente e o profissional de saúde, colocando possíveis transtornos ao paciente para a tomada de decisão autônoma. A falta do contato físico direto pode dificultar a percepção mútua e o desenvolvimento de relação acolhedora, o que muitas

vezes seria propiciado pela leitura da linguagem corporal e construção de uma relação de segurança.

Os princípios de Beneficência e Não Maleficência estão intrinsecamente relacionados à ética biomédica e da saúde em geral. A beneficência diz respeito ao reconhecimento do outro como sujeito moral, promovendo o bem-estar por ações que visam ampliar o bem. De outro lado, a não maleficência enfatiza que não se cause danos. No contexto das tecnologias de saúde à distância, como o de monitoramento remoto, os profissionais de saúde devem estar constantemente atentos quanto a riscos relacionados ao uso dessas tecnologias.

Isso inclui falhas técnicas, como a captação de dados falsos por causa de calibração incorreta de um acessório de telemonitoramento, o que pode levar a intervenções desnecessárias, além de necessidade de se proteger os dados sensíveis e da falta de contato físico. O princípio de justiça, em telessaúde, enseja a distribuição coerente e adequada de benefícios sociais, garantindo equidade no acesso aos serviços e alocação equitativa de recursos disponíveis. Portanto, é decisivo evitar o aumento de disparidades na alocação de recursos de saúde, especialmente os tecnológicos, para assegurar que todos os pacientes tenham acesso igualitário a cuidados de qualidade, independentemente de sua situação geográfica ou condição socioeconômica¹³.

Em relação à intimidade à confidência, conforme já mencionado, seus problemas não se resumem só aos aspectos éticos; sua dimensão legal torna este tópico ainda mais complexo. A proteção dos dados do paciente confere a segurança a ele e o seu direito de conhecer os aspectos de suas métricas. Uma das principais questões éticas na telemedicina é equilibrar o direito a intimidade do paciente com a necessidade de compartilhar para a equipe de cuidado e outros especialistas as informações que garantam a continuidade do cuidado, a coordenação entre profissionais de saúde e a qualidade dos serviços.

Além disso, outros aspectos legais a serem considerados se enquadram como cuidados de ordem ética e são atinentes aos mecanismos de segurança cibernética voltados a prevenir a violação da informação, como os *firewalls*, responsáveis pela segurança de tráfego de dados na rede por meio recursos como: a criptografia de dados, a autenticação de

usuários e o monitoramento de acessos; além da atuação de médicos e responsáveis conforme a LGPD, em vigência desde setembro de 2020¹⁴.

A equidade no acesso aos serviços de saúde, embasada pelo princípio de justiça elaborado por Beauchamp e Childress, compreende um aspecto delicado no monitoramento remoto e na telemedicina de modo completo. Uma vez que esse recurso tecnológico tem a possibilidade de ultrapassar barreiras geográficas e sociais, deve-se garantir que grupos vulneráveis ou de áreas remotas também possam se beneficiar de serviços de saúde à distância, pois tudo isso propicia a promoção de oportunidades iguais de cuidados de saúde para todos os pacientes, independentemente de suas características individuais.

Contudo, esse mesmo benefício e solução para uma série de problemas e questões que nosso país apresenta no campo da saúde pública pode ser mais um agravamento para a distância entre quem precisa de cuidado e quem deve prestar o cuidado, caso a tentativa de aplicação de tecnologia não venha acompanhada de recursos substanciais para obtenção de resultados. Um estudo feito por Catapan, Willemann e Calvo¹⁵, com dados do Programa Nacional de Melhoria do Acesso e da Qualidade da Atenção Básica (PMAQ-AB), de 2017 a 2018, procurou, a fim de adotar a telessaúde nas equipes de Atenção Básica em municípios de diferentes regiões e portes populacionais, comparar o processo de trabalho e a disponibilidade de recursos.

Os resultados revelaram que 56,5% das equipes de municípios de pequeno porte, 53,8% das equipes de municípios de médio porte e 48,1% das equipes de municípios de grande porte utilizavam a telessaúde. Ao avaliar a existência de equipamentos para teleconsulta entre as Unidades Básicas de Saúde, houve variedade de 1,2% em municípios grandes na região Norte, e 26,7% em municípios pequenos no Sul. O processo de trabalho mínimo para se instituir a teleconsulta com especialistas foi verificado em 18,9% das equipes da Atenção Básica de municípios de pequeno porte e 27,5% dessas equipes em municípios de grande porte, em todo país. Porém houve variedade entre as regiões, sendo de 10,7% em municípios pequenos na região Norte e de 39,5% em municípios grandes na região Sul. As desigualdades regionais reforçam a necessidade de investimentos em saúde digital¹⁵.

Assim, é possível relacionar a não utilização do serviço de teleconsulta por médicos atuantes na Estratégia Saúde da Família (ESF) no Norte do estado de Minas Gerais à falta de recursos, como computadores e Internet, para uso profissional, e à falta de informações sobre o serviço¹⁶. Tais achados de pesquisa permitem perceber que os aspectos que compõem a qualidade no telemonitoramento são complexos. Parece evidente que esse recurso tem a capacidade de resolver questões decisivas na saúde pública. No entanto, se não forem pensados e elaborados corretamente, podem contribuir para mais disparidade na saúde¹⁷.

Considerações finais

O monitoramento remoto em saúde, como recurso da telemedicina, é uma promessa positiva para a sociedade. Contudo, para que haja a possibilidade de aplicação plena e justa, é necessário superar barreiras tanto no âmbito jurídico, especialmente para garantir privacidade, quanto no âmbito ético.

Por envolver questões relacionadas com a intimidade dos pacientes, requer enfoques abrangentes que incluam mecanismos de segurança cibernética robustos, regulação adequada e consciência e responsabilidade dos profissionais de saúde e de instituições de saúde. Sem atender a esses aspectos, não há possibilidade de uma privacidade plena e contínua que seja compatível com os avanços tecnológicos e suas implicações.

Quanto aos desafios éticos, destaca-se o problema de adequar os princípios conhecidos da bioética principialista no contexto de aumento de emprego de tecnologias que auxiliam a prática da saúde. Além disso, ressalte-se o constante empenho por equilibrar a proteção da privacidade dos pacientes com a necessidade de compartilhar informações relevantes para garantir a continuidade e efetividade do cuidado médico e de saúde.

No que tange à equidade, difunde-se que o monitoramento remoto, dependendo de como está inserido na sociedade, tem a possibilidade de mitigar as questões relacionadas à desigualdade no âmbito da saúde, contribuindo para um maior acesso e distribuição desse direito. Contudo,

caso não seja inserido de maneira correta, com adequação da infraestrutura e captação profissional necessária para suporte, tende a exacerbar a disparidade e a distar-nos ainda mais do almejado princípio de equidade de saúde.

Portanto, deve-se empenhar na superação dos problemas apresentados quanto ao telemonitoramento, para que se garanta aos usuários, médicos e pacientes, segurança e confiança necessárias, pois que o debate responsável dessas questões parece assinalar um futuro melhor.

Referências

1. Sabbatini RME. A telemedicina no Brasil: evolução e perspectivas. In: Caetano KC, Malagutti W. *Informática em Saúde: uma perspectiva multiprofissional dos usos e possibilidades*. São Bernardo do Campo; 2012. p. 1-16
2. Domingues D, Martinez I, Cardoso RB, Oliveira H, Russomano T. História da evolução da telemedicina no mundo, no Brasil e no Rio Grande do Sul [internet]. In: Lopes MHI, Schwartzmann LCB, organizadores. 10. ed. Porto Alegre: Luminara Editorial; 2014 [acesso em 14 fev 2023]. (Registros da História da Medicina). v. 1, p. 209-218. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303913363_Historia_da_evolucao_da_telemedicina_no_mundo_no_Brasil_e_no_Rio_Grande_do_Sul.
3. Maldonado JMSV, Marques AB, Cruz A. Telemedicine: challenges to dissemination in Brazil. *Cad Saúde Pública* [internet]. 2016;32. DOI:10.1590/0102-311X00155615
4. Schulman G, Cavet CA. A violação de dados pessoais na telemedicina: reparação do paciente à luz da LGPD. *Pensar Acadêmico*. 2021; 19 (3):875-899.
5. Brasil. Lei nº 13709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) [internet]. [acesso em 7 mar 2025]. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/200399539/artigo-5-da-lei-n-13709-de-14-de-agosto-de-2018>>.
6. União Europeia. Regulamento, nº 679, de 23 de abril de 2016. Relativo à proteção das pessoas singulares no que diz respeito ao tratamento de Dados pessoais e à livre circulação desses dados e que revoga a Diretiva 95/46/CE (Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados). *Jornal Oficial da União Europeia Estrasburgo* [internet]. 4 maio 2016 [acesso em 14 fev 2023]; Seção 1:88. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679>.

7. Brasil. Lei nº 14.510, de 27 de dezembro de 2022. Altera a Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, para autorizar e disciplinar a prática da tele saúde em todo o território nacional.
8. Brasil. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015; e revoga a Lei nº 13.989, de 15 de abril de 2020. Diário Oficial da União [internet]. 28 dez 2022a [acesso em 14 fev 2023]; Seção 1:1. Brasília (DF). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14510.htm.
9. Schaefer F. Tele saúde e responsabilidade digital na Lei 14.510/22. Migalhas de Responsabilidade Civil [internet]. [acesso em 14 fev 2023]. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/coluna/migalhas-de-responsabilidade-civil/381503/telessaude-e-responsabilidade-digital-na-lei-14-510-22>.
10. Brasil. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais. Diário Oficial da União [internet]. 2018 [acesso em 20 fev 2024]. Art. 52. Disponível em: https://lgpd-brasil.info/capitulo_08/artigo_52.
11. Pessini L. As origens da bioética: do credo bioético de Potter ao imperativo bioético de Fritz Jahr. Rev Bioét [internet]. 2013 [acesso em 14 fev 2023];21(1):09–19. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bioet/a/xNYL-fqG6TfhcgMTq3Q4WQd/>.
12. Figueiredo AM. Bioética: crítica ao principialismo, Constituição brasileira e princípio da dignidade humana. Rev. bioét. (Impr.) 2018; 26(4): 494-505.
13. Koerich MS, Machado RR, Costa E. Ética e bioética: para dar início à reflexão. Texto contexto – enferma [internet]. 2005; 14(1): 106–110. DOI:10.1590/S0104-07072005000100014
14. Cardoso VAA, et al. Bioética na Tele saúde: reflexões e desafios. Revista Tópicos [internet]. 2023;1(4). DOI: 10.5281/zenodo.10433678
15. Catapan SC, Willemann MCA, Calvo MCM. Estrutura e processo de trabalho para implantação da teleconsulta médica no Sistema Único de Saúde do Brasil: um estudo transversal com dados de 2017-2018. Epidemiol. Serv. Saúde. 2021; 30(1).
16. Damasceno RF, Caldeira AP. Fatores associados à não utilização da teleconsultoria por médicos da Estratégia Saúde da Família. Cien Saude Colet. 2019;24:3089-3098.
17. Thieme RD, Zermiani TC, Ditterich RG. A bioética e a tele saúde: uma reflexão sobre uma nova prática no cuidado em saúde. Open Science Research [internet]. 2022;VI:612-628. DOI:10.37885/2209101001.

Aplicações versáteis da Inteligência Artificial: além dos limites da saúde tradicional

Samuel Minucci Camargo^I, Ana Leticia Gomes dos Santos^{II}, Stella Tassinari Máximo^{III}, Christian Gonçalves Sasaki^{IV}, Daniel Gustavo Goroso^V

Introdução

A introdução deste capítulo destaca como a inteligência artificial (IA) está sendo utilizada para transformar o setor de saúde, indo além da medicina tradicional e apresentando soluções inovadoras em telemedicina, saúde preventiva, medicina personalizada, saúde mental e monitoramento contínuo do paciente.

Em 2020 houve um amadurecimento sincronizado de várias inovações digitais-chave em tecnologia da informação e comunicação, que avançaram a uma taxa sem precedentes neste novo século. Todos os setores e indústrias, incluindo a saúde, foram impactados pela transformação digital. Inovações digitais, incluindo a consolidação adicional da telemedicina, o desenvolvimento de redes sem fio de 5ª geração (5G), abordagens de inteligência artificial (IA) como aprendizado de máquina (ML) e aprendizado profundo (DL), e a Internet das Coisas (IoT), bem como capacidades de segurança digital, como *blockchain*, criaram um ecossis-

-
- I Samuel Minucci Camargo, Médico Cardiologista, Doutorando em Engenharia Biomédica pela Universidade Mogi das Cruzes (UMC).
 - II Ana Leticia Gomes dos Santos, Graduanda em Biomedicina, Universidade Mogi das Cruzes (UMC).
 - III Stella Tassinari Máximo, Graduanda em Medicina, Faculdade de Medicina São Leopoldo de Araras.
 - IV Christian Gonçalves, Graduando em Medicina, Universidade Mogi das Cruzes (UMC).
 - V Daniel Gustavo Goroso (danielg@umc.br) é físico pela Faculdade de Ciências Exatas da Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina. Doutor em Engenharia Biomédica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com pós-doutorado pelo UC Davis Health Center da University of California, Estados Unidos. Professor visitante no College of Medicine da University North State of California, Estados Unidos, é professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC).

tema extraordinário para novas oportunidades na área da saúde e em outras indústrias¹.

Esses avanços poderiam potencialmente solucionar alguns dos desafios mais urgentes enfrentados pelos prestadores de serviços de saúde e formuladores de políticas, incluindo a cobertura de assistência médica universal, equitativa e sustentável para uma população crescente e envelhecida. Eles podem mudar fundamentalmente o rastreamento, diagnóstico e monitoramento de doenças, permitir um perfil mais preciso da progressão da doença e refinar e/ou personalizar tratamentos².

As aplicações da Inteligência Artificial (IA) representam um dos avanços tecnológicos mais significativos do nosso tempo³, redefinindo os contornos de muitos campos, entre os quais a saúde se destaca por seu impacto direto e profundamente pessoal na vida das pessoas. Longe de se restringir aos limites previamente estabelecidos pela saúde tradicional, a IA está pavimentando caminhos para inovações que prometem transformar radicalmente tanto a prática médica quanto a experiência do paciente.

Este capítulo propõe uma exploração abrangente dessas fronteiras expandidas, apresentando um compêndio das aplicações versáteis da IA que transcendem a saúde tradicional, abordando o potencial destas tecnologias para curar, prevenir, monitorar e personalizar o cuidado de saúde de maneiras anteriormente inimagináveis.

Na telemedicina, a IA tem catalisado uma transformação significativa, permitindo que médicos façam diagnósticos à distância com uma precisão cada vez maior, rompendo barreiras geográficas e tornando o acesso ao cuidado de saúde mais inclusivo. Além disso, a integração da IA na análise de grandes volumes de dados de saúde está desbloqueando o potencial para a prevenção de doenças. Esta capacidade de prever riscos para a saúde antes que se materializem, baseando-se em padrões complexos e variáveis vastas, além de otimizar a alocação de recursos, promove uma abordagem de saúde mais proativa entre as populações⁴.

Talvez uma das promessas mais personalizadas da IA na saúde seja a sua contribuição para o advento da medicina personalizada. Ao analisar conjuntos de dados genéticos com uma complexidade e em uma escala sem precedentes, a IA está ajudando a criar tratamentos que são específicos para as características individuais de cada paciente, aumentando

significativamente suas chances de sucesso. Esta personalização do cuidado se estende para além de tratamentos farmacológicos, adentrando a nutrição, regimes de exercício, e até mesmo terapias cognitivas comportamentais, tudo ajustado para melhor atender às necessidades únicas de cada indivíduo.

Hoje em dia estamos todos cercados e interagindo amplamente em nossas vidas diárias com a IA na forma de tecnologia de consumo, seja pensando em smartphones, dispositivos vestíveis, motores de busca, redes sociais, publicidade personalizada, reconhecimento facial, veículos autônomos, edifícios energeticamente eficientes, brinquedos inteligentes e muito mais. O conceito de IA não é novo, mas apenas nos últimos anos despertou interesse devido ao seu potencial como assistente virtual capaz de atender a diversos domínios da atividade humana, especialmente no campo biomédico.

Essas experiências com IA têm como objetivo melhorar a vida humana aumentando a eficiência e adaptando soluções para cada indivíduo. Desse ponto de vista, a IA pode ser definida como uma combinação de teorias, algoritmos e estruturas de computação que permitem a uma máquina reproduzir independentemente processos intelectuais associados à cognição humana para decidir sobre uma ação em resposta ao seu ambiente percebido e alcançar um objetivo predeterminado. Consequentemente, a IA capacita os humanos a analisar grandes quantidades de dados de forma mais rápida e a tomar decisões mais apropriadas, ao mesmo tempo em que aprimora, sem substituir, a inteligência e a intuição humanas⁵.

Na frente da saúde mental, a IA está proporcionando inovações particularmente emocionantes, oferecendo novas ferramentas para diagnóstico e tratamento. Algoritmos estão sendo treinados para reconhecer padrões em texto e voz que indicam distúrbios psicológicos, permitindo intervenções precoces e uma maior compreensão das condições de saúde mental. Simultaneamente, *chatbots* alimentados por IA estão fornecendo suporte terapêutico, marcando o início de uma era na qual o acesso ao apoio para a saúde mental é democratizado, estendendo uma linha de suporte para aqueles que podem estar relutantes em buscar ajuda profissional.

Os dispositivos vestíveis e a Internet das Coisas (IoT, na sigla em inglês) representam outro domínio no qual a IA está fazendo incursões significativas na saúde, oferecendo monitoramento contínuo da saúde e do bem-estar em tempo real. Essa capacidade de acompanhar variáveis vitais e outros indicadores de saúde fora do ambiente clínico não apenas favorece a detecção precoce de possíveis preocupações de saúde, como também empodera os indivíduos a tomar o controle de sua própria saúde, fornecendo-lhes dados acionáveis para informar suas decisões de saúde diárias. Além disso, a telemedicina pode permitir que as pessoas naveguem pelo sistema de saúde e acessem cuidados de rotina durante um surto de doença infecciosa⁶.

Este capítulo propõe examinar essas áreas e mais, ilustrando como a IA está estabelecendo novos parâmetros na saúde, que vão além da prevenção e tratamento de doenças. Por meio da exploração de estudos de caso, análises de tendências atuais e projeções futuras, buscamos destacar o caráter revolucionário da IA, cujas aplicações na saúde prometem melhorar a eficácia e a eficiência dos cuidados prestados e, tão importante quanto, a qualidade de vida de inúmeras pessoas ao redor do mundo.

Telemedicina: Alcance Ampliado da IA

A telemedicina, caracterizada pela oferta de serviços médicos à distância, tem visto um crescimento exponencial, impulsionada principalmente pelo avanço e integração da Inteligência Artificial (IA). Essa combinação de tecnologias está redefinindo os paradigmas do cuidado ao paciente, ampliando significativamente o alcance e a eficácia da prestação de serviços de saúde. Ao incorporar algoritmos de IA na telemedicina, os profissionais são capacitados com ferramentas que potencializam diagnósticos, personalizam tratamentos e otimizam o gerenciamento da saúde dos pacientes de maneiras anteriormente inimagináveis.

Um dos marcos mais significativos no casamento entre telemedicina e IA é a capacidade de realizar diagnósticos precisos à distância. Por meio da análise de dados de saúde em grande escala, incluindo imagens médicas e registros eletrônicos de saúde, algoritmos de IA conseguem identificar padrões e indicadores de doenças com precisão

comparável e, em alguns casos, superior à dos médicos. Essa capacidade não apenas melhora a eficiência do diagnóstico como também o torna mais acessível para populações em áreas remotas, onde especialistas médicos são escassos.

A telemedicina tem várias vantagens-chave que podem melhorar a resposta em caso de emergência quando há perigos ambientais ou biológicos. Durante surtos de doenças infecciosas, a telemedicina pode facilitar a triagem remota de cuidados e fornecer informações rapidamente acessíveis por meio da tecnologia - como *chatbots*, conforme visto em Cingapura durante a covid-19⁷.

A adesão limitada aos serviços de telemedicina é principalmente atribuível à falta de disposição dos clínicos em adotá-la⁸. A sua prática regular leva a modelos de cuidados mais sustentáveis⁹. Garantir que a força de trabalho em saúde esteja pronta para essa prática exigirá sua inclusão na formação e educação¹⁰. Portanto, é imperativo incluí-la nos currículos escolares e exigir a certificação em telemedicina na pós-graduação. Isso enviará uma mensagem clara aos profissionais de saúde atuais e futuros de que a telemedicina é uma parte legítima dos cuidados habituais. Além disso, pode aumentar a prontidão para usar a telemedicina na prática diária e em momentos de emergência⁶.

Nos anos recentes, a autorização regulatória de dispositivos médicos e tecnologias de saúde digital baseadas em *big data* e aprendizado de máquina (ML, na sigla em inglês) acelerou. As soluções de ML têm o potencial de transformar a prática clínica por meio da automação de diagnósticos, do aprimoramento da tomada de decisões clínicas, da melhoria do monitoramento do paciente e da personalização do tratamento¹¹.

Além do diagnóstico, a IA também promove uma gestão de saúde mais proativa e personalizada na telemedicina. Sistemas inteligentes são capazes de monitorar constantemente o estado de saúde do paciente através de dispositivos *wearables* e aplicativos móveis, alertando profissionais de saúde sobre qualquer anormalidade que possa requerer atenção imediata. Essa monitoração contínua e personalizada permite a detecção precoce de potenciais problemas de saúde, facilitando intervenções mais oportunas e menos invasivas.

Outro avanço significativo proporcionado pela IA na telemedicina é a personalização do atendimento. Por meio do processamento de enormes volumes de dados, algoritmos de IA ajudam a adaptar os planos de tratamento às necessidades individuais de cada paciente, considerando variáveis como histórico médico, genética, estilo de vida e até fatores ambientais. Esse enfoque personalizado melhora substancialmente os resultados de saúde e, paralelamente, otimiza o uso de recursos médicos, evitando tratamentos desnecessários e reduzindo os custos de saúde.

A interação direta com o paciente também é revolucionada pela IA em plataformas de telemedicina. *Chatbots* inteligentes, equipados com tecnologias de processamento de linguagem natural, são capazes de conduzir triagens iniciais, responder dúvidas de pacientes e até mesmo providenciar lembretes para a tomada de medicamentos. Essa interface direta e imediata aumenta o envolvimento do paciente com seu próprio cuidado e saúde, potencializando a eficácia do tratamento e melhorando a experiência do usuário.

A incorporação da IA na telemedicina traz benefícios imediatos aos pacientes e provedores de saúde. Promete remodelar o futuro da pesquisa médica. A habilidade de coletar e analisar grandes conjuntos de dados de saúde do paciente em tempo real abre novos caminhos para o estudo de doenças, o desenvolvimento de medicamentos e a compreensão de padrões de saúde populacionais. Essa riqueza de dados, processada por algoritmos de IA, acelera as descobertas médicas e impulsiona a inovação contínua no campo da saúde.

Em resumo, a integração da IA na telemedicina está estabelecendo um novo padrão no cuidado ao paciente, tornando-o mais acessível, eficiente e personalizado. À medida que essa tecnologia continua a evoluir, suas capacidades de transformar a entrega de serviços de saúde e promover um bem-estar mais amplo se tornam cada vez mais evidentes.

***Big Data* para Prevenção de Doenças**

Big data e IA estão inaugurando uma nova era na prevenção de doenças. Análises preditivas podem identificar padrões ocultos em gran-

des volumes de dados de saúde, predizendo surtos de doenças e permitindo intervenções preventivas mais eficazes.

As aplicações da análise de *big data* podem melhorar o serviço baseado no paciente, detectar doenças em fase inicial, gerar novas perspectivas sobre os mecanismos das doenças, monitorar a qualidade das instituições médicas e de cuidados de saúde, assim como fornecer melhores métodos de tratamento¹².

As técnicas de mineração de dados empregadas em Registros Eletrônicos de Saúde (EHRs), dados da web e de redes sociais permitem identificar diretrizes práticas ótimas em hospitais, identificar regras de associação nos EHRs e revelar monitoramento de doenças e tendências de saúde. A integração e análise dos dados de naturezas diferentes, como sociais e científicos, podem levar a novos conhecimentos e inteligência, explorando novas hipóteses e identificando padrões ocultos¹².

A era do *Big Data* transformou radicalmente diversas áreas, incluindo o setor da saúde, no qual tem um papel decisivo na prevenção de doenças. Esse conceito refere-se ao processamento e análise de vastos conjuntos de dados que são demasiado complexos para serem manipulados por métodos tradicionais. Na saúde, engloba desde registros eletrônicos de pacientes até dados genômicos, passando por informações de dispositivos vestíveis, todos contribuindo para um conjunto robusto de informações que podem ser analisadas para prever, prevenir e gerenciar doenças.

Um dos seus aspectos mais promissores na saúde é a capacidade de identificar padrões e correlações que não são visíveis em escalas menores. Por exemplo, ao analisar os dados de saúde de uma população vasta, é possível identificar os fatores de risco para doenças crônicas como diabetes tipo 2, doenças cardíacas e certos tipos de câncer. Esse tipo de análise permite uma abordagem mais proativa na medicina, focando em prevenção e intervenção precoce em vez de tratamento de condições já estabelecidas.

Além disso, o *Big Data* tem um papel crucial na personalização da medicina preventiva. A partir da análise de conjuntos de dados complexos, os profissionais de saúde podem desenvolver planos de cuidados personalizados para indivíduos, com base em seu histórico de saúde, ge-

nética, ambiente e estilo de vida. Abordagens personalizadas têm o potencial de aumentar a eficácia das intervenções preventivas e melhorar significativamente a qualidade de vida do paciente, ao evitar os efeitos colaterais e complicações associadas a tratamentos generalizados.

A capacidade de realizar simulações e modelagens preditivas baseadas em *Big Data* é outra vantagem significativa para a prevenção de doenças. Ao utilizar algoritmos avançados e *machine learning*, os pesquisadores podem prever surtos de doenças infecciosas, a propagação de epidemias e os potenciais impactos de intervenções de saúde pública. Isso possibilita a tomada de decisões informadas e respostas rápidas às emergências de saúde, minimizando o impacto sobre a população.

O *Big Data* também desempenha um papel fundamental na pesquisa e no desenvolvimento de novas terapias e vacinas. Ao analisar grandes conjuntos de dados sobre a eficácia e os efeitos colaterais dos tratamentos, os pesquisadores podem acelerar o processo de desenvolvimento de medicamentos e otimizar as formulações de vacinas para serem mais eficazes. Essa aplicação não apenas contribui para a prevenção de doenças em larga escala, como facilita a criação de estratégias de saúde pública mais robustas e fundamentadas em dados concretos.

Entretanto, a sua utilização na prevenção de doenças não está isenta de desafios. Questões como a privacidade dos dados, a segurança da informação e o consentimento informado são preocupações significativas. É essencial que as práticas de coleta, armazenamento e análise de dados sejam realizadas de forma ética, com total transparência e proteção rigorosa das informações dos pacientes. Além disso, a interpretação dos dados requer uma combinação de expertise computacional e médica para garantir que as conclusões sejam precisas e clinicamente relevantes.

Em suma, o *Big Data* oferece um potencial extraordinário para revolucionar a prevenção de doenças, proporcionando insights sem precedentes que permitem abordagens proativas e personalizadas à saúde. À medida que as tecnologias de dados avançam e as práticas de análise de dados se tornam mais sofisticadas, espera-se que seu impacto na prevenção de doenças se torne ainda mais significativo, marcando uma nova era na medicina preventiva.

Em relação à coleta de uma grande quantidade de dados, alguns desafios consideráveis devem ser levados em conta. Obter dados ômicos de alto rendimento está relacionado ao custo das medições experimentais. Com relação à heterogeneidade das fontes de dados, o ruído dos dados experimentais ômicos e a variedade das técnicas experimentais, condições ambientais e natureza biológica devem ser considerados antes da integração desses dados heterogêneos e antes de empregar os métodos de mineração de dados. Diferentes técnicas de mineração de dados podem ser aplicadas a esses conjuntos de dados biomédicos heterogêneos, como: detecção de anomalias, clusterização, classificação, regras de associação, bem como sumarização e visualização desses grandes conjuntos de dados¹⁰.

Essas deficiências podem levar à falta de confiabilidade de alguns dos pontos de dados, como valores ausentes ou *outliers*. Apesar dessas desvantagens dos dados ômicos, os dados de Registros Eletrônicos de Saúde (EHRs, na sigla em inglês) são muito influenciados pela equipe que inseriu os dados do paciente, o que pode resultar em inserção de valores ausentes, dados incorretos devido a erros, mal-entendidos ou interpretação errada dos dados originais. A integração de dados de várias bases de dados e a padronização de protocolos laboratoriais e valores continuam sendo questões desafiadoras¹³.

A alta dimensionalidade dos dados genômicos significa que há muitas mais dimensões ou características do que o número de amostras, e, por outro lado, os dados dos EHRs relacionados com os indivíduos/pacientes tornam as técnicas de mineração de dados uma tarefa mais desafiadora. A etapa subsequente é o pré-processamento dos dados, que geralmente envolve o tratamento de dados ruidosos, *outliers*, valores em falta, transformação de dados e normalização. Esse pré-processamento de dados permite a aplicação de técnicas estatísticas e métodos de mineração de dados, e assim a qualidade e os resultados da análise de *big data* podem melhorar e resultar na descoberta de conhecimento novo. Esse conhecimento novo obtido pela integração dos dados genômicos e dos EHRs deve resultar na melhoria dos cuidados de saúde implementados para os pacientes, bem como na tomada de decisões avançada pelos responsáveis políticos de saúde¹².

Medicina Personalizada: Promessa da IA

Esta seção explora como a IA está personalizando a medicina, desde a identificação de tratamentos baseados no perfil genético do paciente até a customização de regimes de tratamento com base em modelos preditivos.

A medicina personalizada representa uma das promessas mais significativas e transformadoras da Inteligência Artificial (IA) no campo da saúde. Afastando-se dos métodos de “tamanho único” que caracterizaram a prática médica por anos, a IA está permitindo um enfoque altamente personalizado que considera a genética única, o estilo de vida e as condições ambientais de cada paciente. Esse paradigma emergente aproveita a capacidade da IA de analisar complexas redes de dados de saúde, abrindo o caminho para tratamentos mais direcionados e eficazes, com o potencial de prevenir doenças antes mesmo que elas manifestem sintomas.

Um exemplo emblemático da aplicação da IA na medicina personalizada é a genômica. Por meio da sequenciação genômica e da análise de dados, a IA pode identificar variações genéticas específicas que podem predispor indivíduos a certas condições de saúde. Essa informação, quando integrada ao conhecimento clínico, permite aos médicos prever a possibilidade de doenças genéticas, responder mais eficazmente às doenças existentes e, crucialmente, selecionar terapias farmacológicas que serão mais eficazes com base no perfil genético do paciente. Esse enfoque poderia significar, por exemplo, a escolha de um medicamento ao qual o paciente é mais provável de responder positivamente, minimizando os efeitos colaterais e maximizando a eficácia do tratamento.

Métodos de aprendizado profundo são uma classe de técnicas de aprendizado de máquina capazes de identificar padrões altamente complexos em conjuntos de dados grandes¹¹.

Além da genética, os algoritmos de IA estão sendo utilizados para desenvolver modelos preditivos que levam em consideração uma variedade de fatores de risco e indicadores de saúde, permitindo a personalização ainda mais fina dos regimes de tratamento. Estes modelos podem

prever a progressão de doenças crônicas, como o diabetes tipo 2 ou a doença cardíaca, com impressionante precisão, permitindo intervenções preventivas personalizadas que podem retardar ou até reverter o desenvolvimento da condição.

A IA também está transformando a personalização do tratamento ao potencializar a descoberta de drogas e a terapêutica de precisão. Por exemplo, a modelagem computacional e as simulações preditivas alimentadas por IA estão acelerando o design de novos medicamentos, permitindo que os pesquisadores avaliem rapidamente milhares de compostos químicos para encontrar aqueles com o maior potencial terapêutico para condições específicas. Além disso, no contexto da oncologia, a IA está ajudando a personalizar regimes de tratamento com base na análise molecular dos tumores, possibilitando terapias mais direcionadas que são eficazes contra as características específicas do câncer de um paciente.

A telemedicina, potencializada pela IA, complementa a medicina personalizada facilitando o monitoramento contínuo e remoto da saúde do paciente. Dispositivos vestíveis e aplicativos de saúde conectados coletam dados sobre a condição física do paciente em tempo real, oferecendo aos profissionais de saúde insights contínuos sobre a eficácia de regimes de tratamento personalizados e a necessidade de ajustes. Otimizando a gestão da condição de saúde do paciente, o acompanhamento remoto aumenta a conveniência e a adesão ao tratamento, componentes cruciais para o sucesso da medicina personalizada.

Como exemplo, temos o reconhecimento de que marcos anatômicos e instrumentos laparoscópicos em TAPP por Inteligência Artificial são viáveis, com taxas de sucesso aceitáveis¹¹. E também a maturação simultânea de múltiplas tecnologias digitais e de telecomunicações em 2020 criou uma oportunidade sem precedentes para a oftalmologia se adaptar a novos modelos de cuidados usando telemedicina, apoiada por inovações digitais. Essas inovações digitais incluem inteligência artificial (IA), redes de telecomunicações de 5ª geração (5G) e Internet das Coisas (IoT), criando um ecossistema interdependente que oferece oportunidades para desenvolver novos modelos de cuidados oculares para enfrentar os desafios da covid-19 e além¹⁴.

Em conclusão, a fusão da IA com a medicina personalizada está inaugurando uma nova era no cuidado à saúde, caracterizada por um enfoque preventivo, proativo e personalizado. À medida que a tecnologia avança, o potencial para entender as complexas interações entre genética, estilo de vida e saúde se expande, prometendo tratamentos mais eficazes e específicos, além de um sistema de saúde mais ágil e eficiente¹⁵. Esta promessa da IA para personalizar a medicina é um marco na jornada contínua para entender profundamente as necessidades de saúde individuais e responder a elas de maneira mais eficaz.

Apoio a Saúde Mental com recursos de IA

A IA também promete revolucionar a abordagem e tratamento da saúde mental, desde a detecção precoce de sinais de doenças mentais em dados digitais até o fornecimento de terapias cognitivo-comportamentais automatizadas.

A Inteligência Artificial (IA) está moldando o futuro dos cuidados em saúde mental de maneiras promissoras e inovadoras. Seu poder para transformar vastas quantidades de dados em insights úteis tem implicação particular na detecção precoce de distúrbios mentais. Com a capacidade de analisar padrões de linguagem e comportamento em dados digitais – desde postagens em redes sociais até interações em aplicativos de saúde – a IA pode identificar sinais precoces de condições como depressão e ansiedade, frequentemente antes que os indivíduos reconheçam a necessidade de buscar ajuda. Essa abordagem preventiva tem o potencial de salvar vidas, destacando riscos antes que evoluam para crises, e democratiza o acesso ao cuidado, alcançando aqueles que podem não ter meios ou vontade de procurar ajuda tradicional.

Além da detecção, a IA está revolucionando o tratamento da saúde mental por meio de terapias cognitivo-comportamentais automatizadas e personalizadas. *Chatbots* e aplicativos alimentados por IA, por exemplo, oferecem apoio terapêutico baseado em princípios de TCC e são acessíveis a qualquer hora e em qualquer lugar, superando barreiras de tempo, custo e estigma associadas ao tratamento tradicional. Essas intervenções automatizadas são projetadas para adaptar-se às necessidades específi-

cas de cada usuário, fornecendo exercícios personalizados e feedback em tempo real para ajudar no gerenciamento de condições como estresse, ansiedade e depressão.

Assim como o resto do mundo, aqueles com doenças mentais têm acesso crescente a telefones celulares. A ideia de uma divisão digital, de que aqueles com doenças mentais possam não ter interesse, capacidade de pagar ou habilidade para usar tecnologias digitais modernas, não é mais válida¹⁶.

Uma revisão sistemática recente sugeriu que, enquanto o uso e adesão a aplicativos de saúde mental variam entre 44% e 99% em ambientes de pesquisa, as taxas reais em ambientes do mundo real podem variar entre 1% e 29%¹⁷.

No entanto, relatos de casos sugerem que alguns pacientes estão utilizando aplicativos de saúde mental atualmente¹⁸.

Na verdade, em 2015, no Reino Unido, 25% das fundações de saúde mental do Serviço Nacional de Saúde recomendava aplicativos de celular para os pacientes¹⁹.

A precisão na personalização dessas terapias é fundamental, e aqui reside outro potencial da IA na saúde mental. Utilizando algoritmos avançados, a IA pode processar o histórico de interações do usuário, ajustando o tratamento para abordar as nuances específicas de sua condição. Isso significa que, ao longo do tempo, o apoio oferecido por esses sistemas se torna cada vez mais sintonizado com as necessidades individuais do usuário, promovendo uma jornada de cura altamente personalizada e dinâmica. Este aspecto é particularmente relevante dado o caráter profundamente pessoal e único das experiências de saúde mental.

A IA também desempenha um papel crucial na superação do estigma associado à saúde mental. Ao proporcionar um meio anônimo e não julgador de acessar apoio, a tecnologia fomenta uma disposição maior entre os indivíduos para reconhecer suas lutas e procurar ajuda. Este efeito desestigmatizante não é insignificante, considerando que o estigma é uma das maiores barreiras ao tratamento para muitas pessoas que sofrem de distúrbios mentais. Assim, a AI não apenas fornece ferramentas para tratamento e prevenção, mas também atua como um catalisador para

mudanças culturais no reconhecimento e abordagem da saúde mental na sociedade.

Além disso, a integração da IA na pesquisa de saúde mental promete acelerar a descoberta de novos tratamentos e terapias. Por meio da análise de conjuntos de dados complexos e diversos, os pesquisadores podem identificar padrões e correlações que podem levar a novas compreensões das causas e condições dos distúrbios mentais. Essa capacidade de processar e analisar informações em escala e velocidade sem precedentes, além de acelerar a pesquisa científica abre novas avenidas para tratamentos inovadores e eficazes.

Em suma, a promessa da IA na transformação da abordagem e tratamento da saúde mental é imensa e multifacetada. Desde a detecção precoce e a intervenção até o tratamento personalizado e a desestigmatização, a IA está na vanguarda de uma revolução na saúde mental. À medida que essa tecnologia avança, ela não apenas melhorará a eficácia e acessibilidade do tratamento, mas também redefinirá nossas noções de cuidado, apoio e, ultimamente, de recuperação no âmbito da saúde mental.

***Wearables* e IoT: Monitoramento Contínuo**

Dispositivos vestíveis e IoT possibilitam o monitoramento contínuo da saúde, coletando dados em tempo real que podem ser analisados por IA para fornecer insights oportunos sobre a saúde do usuário, potencialmente prevenindo condições graves.

Os *wearables* e a Internet das Coisas (IoT) estão revolucionando o modo como monitoramos a saúde e o comportamento humano, proporcionando uma interconexão sem precedentes entre dispositivos, dados e decisões diárias sobre bem-estar. *Wearables*, ou dispositivos vestíveis, como *smartwatches*, *fitbands* e monitores de saúde, são equipados com sensores que coletam continuamente dados sobre parâmetros físicos e vitais dos usuários. Estes dados, variando de frequência cardíaca e atividade física a padrões de sono e níveis de estresse, são então analisados para fornecer insights úteis sobre a saúde do usuário.

O conceito de IoT leva essa integração um passo adiante, criando uma rede onde esses *wearables* comunicam-se com smartphones, com-

putadores e outros dispositivos conectados em casa ou no ambiente de trabalho. Por exemplo, um *smartwatch* que monitora o ritmo cardíaco pode interagir com um termostato inteligente em casa, ajustando automaticamente a temperatura com base no estado de relaxamento ou estresse do usuário. Essa harmonização de dispositivos melhora o conforto e a eficácia da gestão da saúde pessoal de maneira personalizada e automática.

Uma das grandes promessas dos *wearables* e da IoT no monitoramento contínuo é a capacidade de detectar precocemente sinais de condições médicas potencialmente graves. Por exemplo, a análise de padrões irregulares no ritmo cardíaco pode alertar usuários e profissionais de saúde sobre o risco de eventos cardíacos, permitindo intervenções preventivas antes que uma emergência real ocorra. Da mesma forma, variações nos padrões de sono e atividade podem indicar o início de transtornos psicológicos ou físicos, possibilitando ações corretivas mais cedo do que seriam possíveis com check-ups médicos tradicionais.

Além da saúde física, os *wearables* estão se tornando ferramentas importantes para o gerenciamento da saúde mental. Dispositivos que monitoram variáveis como níveis de cortisol, padrões respiratórios e qualidade do sono podem ajudar a mapear o estresse e a ansiedade, fornecendo dados que podem ser usados para customizar tratamentos psicológicos ou regimes de relaxamento. Essa abordagem tecnológica para a saúde mental representa uma nova fronteira no cuidado holístico, abordando as necessidades físicas e psicológicas de forma integrada.

A confiabilidade e validade dos dispositivos vestíveis também são preocupantes. Os dispositivos são comercializados com a premissa de que ajudarão a melhorar a saúde e o condicionamento físico em geral, mas a maioria dos fabricantes não fornece evidências empíricas para apoiar a eficácia de seus produtos²⁰.

No entanto, a proliferação de *wearables* e IoT no monitoramento contínuo também levanta questões significativas sobre privacidade e segurança de dados. A quantidade massiva de dados pessoais de saúde sendo transmitida e armazenada através de redes pode ser suscetível a violações de segurança e uso indevido. Portanto, a adoção dessas tecnologias deve ser acompanhada de regulamentações rigorosas e transpa-

rentes sobre coleta, uso e proteção de dados para garantir a confiança dos usuários e a integridade dos seus dados pessoais.

Em suma, enquanto *wearables* e IoT oferecem oportunidades substanciais para melhorarmos o monitoramento e a gestão da saúde, eles também exigem uma consideração cuidadosa das implicações éticas e de privacidade envolvidas. Se adequadamente regulamentados e utilizados, esses dispositivos têm o potencial de transformar não apenas como monitoramos a saúde em uma base individual, mas também como compreendemos a saúde em uma escala populacional, permitindo intervenções mais precisas e personalizadas que podem levar a uma vida mais saudável e prolongada para todos.

Desafios Éticos e Regulatórios

A implementação da IA no setor de saúde traz consigo importantes considerações éticas e regulatórias, incluindo preocupações com a privacidade dos dados, consentimento informado e a possibilidade de vies algorítmico.

A implementação da inteligência artificial (IA) no setor de saúde traz uma série de desafios éticos e regulatórios que precisam ser meticulosamente abordados. A transparência, privacidade dos dados e a equidade na entrega dos serviços são algumas das principais preocupações. A coleta de dados de saúde, que frequentemente envolve informações sensíveis e pessoais, exige políticas robustas de privacidade para proteger os indivíduos contra o uso indevido de suas informações. Além disso, garantir que os pacientes e participantes estejam plenamente informados sobre como seus dados serão usados é crucial para manter a confiança e a integridade do sistema de saúde.

Outro aspecto significativo abrange o consentimento informado, especialmente quando a IA é empregada para diagnóstico ou tratamento. Os pacientes devem estar completamente cientes de que a IA está sendo utilizada em seu atendimento e entender as implicações disso. Deve haver um esforço consciente para garantir que o consentimento seja obtido de maneira clara e compreensível, evitando jargões técnicos que possam obscurecer o entendimento completo do processo pelo paciente. Isso não

só assegura a autonomia do paciente, como fortalece a relação entre médico e paciente, que é fundamental no processo de cuidado.

Precisamos considerar os desafios éticos inerentes à implementação de aprendizado de máquina na área da saúde, se quisermos colher seus benefícios. Alguns desses desafios são diretos, enquanto outros têm riscos menos óbvios, mas levantam preocupações éticas mais amplas²¹.

O viés algorítmico é um desafio ético particularmente insidioso na implementação da IA na saúde. Os algoritmos, embora projetados para serem objetivos, muitas vezes refletem os preconceitos presentes nos dados com que são treinados. Se os dados forem historicamente tendenciosos contra certos grupos, as decisões da IA podem perpetuar ou até exacerbar essas desigualdades. Isso coloca uma responsabilidade crítica sobre os desenvolvedores de IA para utilizar conjuntos de dados representativos e revisar continuamente seus algoritmos em busca de viés, garantindo uma assistência justa e equitativa a todos os pacientes.

Diretrizes éticas podem ser criadas para acompanhar a era da aprendizagem de máquina e inteligência artificial que já está sobre nós. Médicos que utilizam sistemas de aprendizagem de máquina podem se educar mais sobre sua construção, os conjuntos de dados em que são baseados e suas limitações. Permanecer ignorante sobre a construção dos sistemas de aprendizado de máquina ou permitir que sejam construídos como caixas-pretas têm o potencial de conduzir a resultados eticamente problemáticos²¹.

As regulamentações também precisam ser adaptadas e atualizadas constantemente para acompanhar o ritmo das inovações tecnológicas em IA. Isso inclui a reformulação dos marcos regulatórios existentes e o desenvolvimento de novas diretrizes que possam abordar especificamente as nuances da aplicação da IA na saúde. A supervisão regulatória deve assegurar que as tecnologias de IA cumpram as normas de segurança e eficácia e respeitem os direitos éticos dos pacientes. Este aspecto é crucial para a adoção bem-sucedida e sustentável da IA na saúde, promovendo uma integração harmoniosa com as práticas médicas existentes.

Além disso, deve-se preocupar com a capacidade de explicação dos sistemas de IA. Os profissionais de saúde e os pacientes devem ser capazes de entender como as decisões são tomadas pelo sistema de IA. A

“caixa-preta” da IA, onde os processos de decisão não são transparentes, pode ser uma grande barreira para a confiança. Portanto, avançar em direção a sistemas de IA explicáveis é essencial para mitigar incertezas e construir um ambiente de confiança mútua entre todos os *stakeholders* envolvidos.

Em última análise, enquanto a IA tem o potencial de transformar a área da saúde, trazendo melhorias significativas em termos de eficiência e personalização do atendimento, é fundamental que essas tecnologias sejam implementadas de forma que respeitem princípios éticos fundamentais e estejam sob regulamentações rigorosas. Ao abordar proativamente essas questões, podemos maximizar os benefícios da IA na saúde, e minimizar riscos potenciais, e garantindo que o atendimento ao paciente permaneça seguro, justo e respeitoso.

Considerações Finais

A inteligência artificial está projetada para desempenhar um papel cada vez mais crucial no setor da saúde. Com avanços contínuos em algoritmos e tecnologias de IA, o potencial inexplorado para melhorar os diagnósticos, tratamentos e gestão de saúde é vasto. A aplicação da IA permite uma personalização eficiente dos cuidados de saúde, levando a diagnósticos mais precisos e tratamentos mais eficazes.

Nos próximos anos, espera-se que a inteligência artificial na saúde se expanda para áreas como a medicina de precisão, onde os tratamentos são adaptados às características genéticas individuais de cada paciente. A IA também promete revolucionar a gestão de dados de saúde, permitindo a análise em larga escala de informações clínicas para identificar tendências e padrões que possam melhorar os protocolos de tratamento e prevenção.

Além disso, a IA tem o potencial de reduzir custos significativamente no setor da saúde, ao otimizar processos, agilizar diagnósticos e prevenir doenças crônicas por meio da identificação precoce de sintomas. Ao automatizar tarefas repetitivas e oferecer *insights* baseados em dados em tempo real, a IA pode liberar os profissionais de saúde para se concentrarem em interações mais significativas com os pacientes.

A colaboração entre especialistas em saúde e desenvolvedores de IA é essencial para garantir que a tecnologia seja aplicada de forma ética e com foco no bem-estar dos pacientes. A transparência, a segurança e a prestação de contas devem ser prioridades à medida que a IA na saúde continua a evoluir. No entanto, a promessa de uma saúde mais personalizada, eficiente e acessível impulsionada pela inteligência artificial torna-se cada vez mais tangível e inspiradora.

Portanto, à medida que nos aventuramos rumo ao futuro da IA na saúde, é fundamental adotar uma abordagem colaborativa e criteriosa, aproveitando o potencial transformador da tecnologia para melhorar os cuidados de saúde em todo o mundo. Com inovações contínuas e um compromisso com a excelência clínica, a inteligência artificial está destinada a desempenhar um papel fundamental na promoção da saúde e no bem-estar das populações globais.

Referências

1. Ting DSW, Carin L, Dzau V, Wong TY. Digital technology and COVID-19. *Nat Med* [internet]. 2020; 26: 459–461. doi: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0824-5>
2. Torous J, Wisniewski H, Liu G, Keshavan M. Mental Health Mobile Phone App Usage, Concerns, and Benefits Among Psychiatric Outpatients: Comparative Survey Study. *JMIR Ment Health* [internet]. 2018;5(4):e11715. doi: [10.2196/11715](https://doi.org/10.2196/11715)
3. Russell S, Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach [internet]. London: Pearson Education; 2002 [acesso em 10 set 2024]. Disponível em: https://people.engr.tamu.edu/guni/csce421/files/AI_Russell_Norvig.pdf
4. Rosenbaum E. Robotic medicine may be the weapon the world needs to combat the coronavirus [internet]. [acesso em 8 mar 2020]. Disponível em: <https://www.opengovasia.com/singapore-government-launches-covid-19-chatbot/>
5. Rajkomar A, Dean J, Kohane I. Machine Learning in Medicine. *N Engl J Med* [internet]. 2019; 380(14):1347–58. doi: 10.1056/NEJMra1814259
6. Smith AC, Thomas E, Snoswell CL, Haydon H, Mehrotra A, Clemensen J, Caffery LJ. Telehealth for global emergencies: Implications for coronavirus

- disease 2019 (COVID-19). *J Telemed Telecare* [internet]. 2020 ;26(5):309-313. doi: 10.1177/1357633X20916567.
7. Priya S. Singapore government launches COVID-19 chatbot. Singapore government launches COVID-19 chatbot; 2020.
 8. Wade VA, Elliott JA, Hiller JE. Clinician acceptance is the key factor for sustainable telehealth services. *Qual Health Res* [internet]. 2014;24(5):682-94. doi: 10.1177/1049732314528809.
 9. Cottrell MA, Hill AJ, O'Leary SP, Raymer ME, Russell TG. Clinicians' Perspectives of a Novel Home-Based Multidisciplinary Telehealth Service for Patients with Chronic Spinal Pain. *Int J Telerehabil* [internet]. 2018; 11;10(2):81-88. doi: 10.5195/ijt.2018.6249.
 10. Edirippulige S, Armfield NR. Education and training to support the use of clinical telehealth: A review of the literature. *J TelemedTelecare* [internet]. 2017;23(2):273-282. doi: 10.1177/1357633X16632968.
 11. Angehrn Z, Haldna L, Zandvliet AS, Gil Berglund E, Zeeuw J, Amzal B, et al. Artificial intelligence and machine learning applied at the point of care. *Front Pharmacol* [internet]. 2020 [acesso em 20 out 2024];11:759. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7314939/pdf/fphar-11-00759.pdf>
 12. Ristevski B, Chen M. Big Data Analytics in Medicine and Healthcare. *J Integr-Bioinform* [internet]. 2018;15(3):20170030. doi: 10.1515/jib-2017-0030.
 13. Luo J, Wu M, Gopukumar D, Zhao Y. Big Data Application in Biomedical Research and Health Care: A Literature Review. *BiomedicalInformatics Insights* [internet]. 2016;8. doi:10.4137/BII.S31559
 14. Zou J, Huss M, Abid A, Mohammadi P, Torkamani A, Telenti A. A primer on deep learning in genomics. *Nat Genet* 51 [internet]. 2019; 12-18. doi: <https://doi.org/10.1038/s41588-018-0295-5>
 15. Zygomalas A, Kalles D, Katsiakakis N, Anastasopoulos A, Skroubis G. Artificial Intelligence Assisted Recognition of Anatomical Landmarks and Laparoscopic Instruments in Transabdominal Preperitoneal Inguinal Hernia Repair. *SurgicalInnovation* [internet]. 2024;31(2):178-184. doi:10.1177/15533506241226502
 16. Firth J, Cotter J, Torous J, Bucci S, Firth JA, Yung AR. Mobile phone ownership and endorsement of mhealth among people with psychosis: a meta-analysis of cross-sectional studies. *Schizophr Bull*. 2015;42(22):448-455.
 17. Fleming T, Bavin L, Lucassen M, Stasiak K, Hopkins S, Merry S. Beyond the trial: systematic review of real-world uptake and engagement with digital sel-

- f-help interventions for depression, low mood, or anxiety. *J Med Internet Res* 2018;20(6):e199
18. Sandoval LR, Torous J, Keshavan MS. Smartphones for smarter care? Self-management in schizophrenia. *Am J Psychiatry*. 2017;174(8):725-728.
 19. Bennion MR, Hardy G, Moore RK, Millings A. E-therapies in England for stress, anxiety or depression: what is being used in the NHS? A survey of mental health services. *BMJ Open*. 2017;7(1):e014844
 20. Piwek L, Ellis DA, Andrews S, Joinson A. The Rise of Consumer Health Wearables: Promises and Barriers. *PLoS Med* [internet]. 2016; 13(2): e1001953. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001953>
 21. Char DS, Shah NH, Magnus D. Implementing Machine Learning in Health Care - Addressing Ethical Challenges. *N Engl J Med* [internet]. 2018;378(11):981-983. doi: 10.1056/NEJMp1714229.

Avaliação de precisão e confiança nos dados coletados

**Almir Rodrigues Tavares^I, Cleber Silva de Oliveira^{II}, Robson Rodrigues da Silva^{III},
Sílvia Cristina Martini Rodrigues^{IV}, Marcia Aparecida Silva Bissaco^V**

Contexto: Do Barril ao Funil

O capítulo trata da confiança de dados coletados sob diferentes métodos. Os estudos científicos têm progredido exponencialmente por todo o mundo e distintos métodos são aplicados nas diversas disciplinas acadêmicas. A coleta, interpretação e análise de dados são atividades meticulosas e de grande importância para que ocorram avanços no conhecimento, visto que os aspectos observados são imprescindíveis para gerar dados estatísticos confiáveis sob o aspecto metodológico^{1, 2}.

O uso de tecnologia digital de diferentes tipos de inteligências artificiais leva a criação de um gigantesco banco de dados, que necessita de aplicação de métodos complexos e análises mais detalhadas. É neste contexto que a avaliação de precisão e confiança explora diferentes tipos de estudos, para assegurar conformidade, exatidão e acuracidade dos dados coletados³.

- I Almir Rodrigues Tavares é graduado em Biomedicina, pós-graduado em Psicanálise, mestre em Ciência e Tecnologia, Universidade de Mogi das Cruzes, doutorando em Engenharia Biomédica pela Universidade Mogi das Cruzes.
- II Cleber Silva de Oliveira é graduado em Sistemas de Informação, Centro Universitário Santana, Pós-graduação em Engenharia da Computação, UFU, mestre em Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, e doutorando em Engenharia Biomédica pela Universidade Mogi das Cruzes.
- III Robson Rodrigues da Silva é bacharel em Matemática, Universidade Mogi das Cruzes, mestre em Ciências Matemática, IME/USP, doutor em Engenharia Biomédica, Universidade de Mogi das Cruzes, professor /pesquisadora e membro do Comitê de Ética da Universidade Mogi das Cruzes.
- IV Sílvia Cristina Martini Rodrigues é graduada em Matemática pela Universidade Federal de São Carlos (UFS-Car), mestre e doutora com pós-doutorado em Engenharia Elétrica pela USP, professora/pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica.
- V Marcia Aparecida Silva Bissaco é graduada em Tecnologia em Processamento de Dados, UNESP, mestre em Engenharia Elétrica, USP, doutora em Física Computacional, USP. Professora/pesquisadora e membro do Comitê de Ética da Universidade Mogi das Cruzes.

A repercussão de resultados da análise e da segurança da informação também será discutida neste capítulo, pois serão apresentadas percepções em diferentes práticas e escolhas para amostras complexas que tornam o pesquisador capaz de realizar de forma pragmática sua pesquisa⁴.

A intenção é trazer mais entendimento aos estudos que abrangem coleta de dados com profundidade para compreender a extensão das informações usadas na pesquisa e como elas terão relevância na metodologia proposto por meio da precisão desses dados. Outro propósito é incentivar novos pesquisadores a fazer uso de práticas que irão resultar em mais qualidade de artigos científicos e enfoque para desenvolvimento de novos métodos, mesmo que subjetivos, mas que contribuam com o meio acadêmico⁵.

A proposta ao longo dos tópicos é apresentar estratégias, mitigar erros e alinhar a expectativa do projeto com o resultado esperado da pesquisa, pois a abrangência e a singularidade de cada estudo é o que faz do método descrito a capacidade de reproduzir o estudo com confiança e precisão de dados⁶.

Os elementos coletados são de suma importância, e ao ter conhecimento sobre eles e como ou a forma com que serão manipulados é o que fará da pesquisa um instrumento válido, tendo em vista algum comprometimento na investigação acadêmica e contextos práticos dos recursos utilizados⁷.

Desta forma apresenta-se uma estrutura para desenvolver a avaliação de precisão e confiança nas coletas de dados.

Garantindo confiança e precisão: guia para avaliação de dados

Quando se considera um método para se obter conhecimento em novas pesquisas deve-se ter um dinamismo renovado de regras e um esforço contínuo para apresentar clareza suficiente para que outros pesquisadores possam replicar as técnicas usadas. Os tópicos a seguir informam diretrizes para as coletas de dados e como utilizar as informações com precisão em cada estudo proposto, seja ele prospectivo, retrospectivo,

qualitativo ou quantitativo, pois o mais importante é assegurar a confiança dos dados⁸.

Outra importante contribuição deste capítulo é o estímulo para criar fóruns que possam compartilhar os dados com estudantes, pesquisadores e até mesmo profissionais que buscam desenvolver-se em uma área específica da ciência, o que irá propiciar uma discussão disruptiva, visto que a ambiência tecnológica não tem limites para criadores de artigos científicos⁶.

Os aspectos discutidos neste capítulo poderão ser compreendidos como contribuição para novos processos metodológicos, uma vez que visto que a pesquisa em si é um instrumento de respostas acadêmicas e que também norteia a sociedade em suas dimensões socioeconômicas e culturais³. O que se pode fazer de forma confiável? É a produção de normas que trará luz a essa pergunta.

Normatização de dados: nem tudo é o que se vê.

Verifique a validade dos dados coletados. Isso pode incluir a realização de verificações de consistência e validação cruzada com outras fontes confiáveis de dados.

Os padrões para desenvolvimento de validação de dados a fim de garantir confiabilidade ao processo científico de dados devem atender às necessidades da pesquisa de forma a verificar se a metodologia aplicada trará resultados consistentes⁹.

Atualmente, as coletas de dados podem ser realizadas e validadas de várias formas, e com várias ferramentas, desde que representem consistência na validação, por exemplo: o uso de inteligência artificial em dados complexos ou uso manual em questionários validados. Seja qual for o processo de verificação, o pesquisador deve levar em conta alguns aspectos fundamentais para que possa expressar o maior nível de precisão e acurácia dos dados¹⁰.

Para a análise é importante ter em conta que além da consistência, as validações dos dados são de extrema importância, pois ao fazer verificação cruzada, ou seja, aferir com a prática as informações geradas por

um modelo a partir de conjunto de dados, iremos garantir que o processo pode ser reproduzido¹¹.

Citamos alguns pontos importantes nos quais iremos trabalhar ao longo do capítulo, são eles:

- **Dados:** O tipo de dado, a forma com que foi adquirido e sua fonte devem atestar o propósito do pesquisador para aquele estudo. Por exemplo: caso esteja trabalhando com uma determinada patologia, e sendo inicialmente detectada a partir de uma população estabelecida, e com características específicas, por exemplo, idade, etnia, sexo entre outras. Esses dados devem apresentar todas as informações referentes a esse conjunto a ser estudado, trazendo formato correto para idade, etnia, patologia, variantes que tragam consistência a ser usados na análise desses dados;
- **Intervalo:** De acordo com cada estudo, os dados podem ou não apresentar intervalos, como por exemplo, de tempo, de coletas ou de leitura dentro da pesquisa; ao discorrer sobre a validação desses intervalos é importante manter a coleta limpa de vies. Isto significa que no sentido comum, existem distorções e julgamentos que devem ser evitados pelo pesquisador para respeitar cada tempo determinado do estudo a fim de não ser favorável ou inclinado ao resultado. Outro exemplo significativo é a coleta de bactérias quanto ao uso de determinado fármaco para determinar sua eficiência durante um período. Deste modo, o tempo ideal para que o paciente faça uso do fármaco levará em conta a ação e o intervalo apresentado pelo estudo;
- **Consistência:** Após a realização da coleta, o processo de validação irá produzir critérios de classificação das informações obtidas a partir de uma amostra, dando ao conjunto de dados características próprias, ou seja, que tenham fontes confiáveis, garantindo que a tabulação desses dados não apresentará dispersões ou espalhamentos da amostra em relação ao objetivo do estudo;

- **Integridade:** Ao apresentar um conjunto de informações, a coleta e consistência com a qual foram adquiridos, é de extrema importância avaliar a integridade da amostra. Um simples nome deve ser analisado, data, valores e entre outros, por conseguinte trazer de forma analítica para que possa ser submetido pelas avaliações necessárias no processo de validação;
- **Automatização:** Há ferramentas que auxiliam nesta validação, contudo, a calibração ou meio pelo qual a automatização foi desenvolvida deve ser clara e descrita no processo, assim sendo, poderão ser utilizadas em novos experimentos de mesmo nível ou ser testadas. O uso de inteligência artificial cada vez mais comum para leitura de dados deve apresentar validação científica, agregando conhecimento à pesquisa enquanto processo não manual;
- **Revisão:** Assim como o humano deve ter sua participação nas revisões, as leituras automatizadas auxiliarão a garantir a integridade e a precisão dos dados. A margem de erro entre o humano e a máquina ainda é alvo de revisão, entretanto a dupla validação de dados sempre é alvo de atenção pelos pesquisadores, validando as informações coletadas e as fontes pesquisadas.

Por fim, segundo Sunny et al. a validação dos dados através de critérios de desempenho, medidas e resultados confiáveis é o que trará consistência ao resultado, confiabilidade no propósito a que se deve demonstrar⁷. Importante ressaltar que cada amostragem de dados pode seguir padrões de acordo com a pesquisa e com o objetivo a ser alcançado, por isso, mitigar o erro se faz necessário para dar credibilidade ao estudo.

Validação cruzada

Esse termo foi designado para detectar o sobre ajuste dos dados, a não generalização de um padrão. A validação dos dados inseridos em um sistema deve assegurar a integridade dos dados, assim dizendo, as informações devem trazer relevância ao que se deseja apresentar. A validação

cruzada é regra áurea para delimitar a entrada de dados que não irão colaborar com a pesquisa¹².

Um exemplo de validação cruzada é a *CROSS validation*, que permite entender o desempenho dos modelos utilizados na aprendizagem de máquina. Essa técnica consiste em fazer partições nos dados em conjuntos fáceis de leitura, onde um será usado para avaliação e outro para o desempenho do modelo¹³.

Outra validação usada é a técnica *Leave-one-out* (utilizada em aprendizado de máquinas e estatísticas), o modelo é treinado com todos os outros pontos de dados, exceto aquele ponto específico¹³.

O controle desses dados permitirá ao estudo entender o que será tabulado ou o que é um dado adicional não científico. Em seguida, o modelo é testado com o ponto de dados deixado de fora. Este processo é repetido para todos os pontos de dados no conjunto de dados¹².

O que se espera na validade de dados é como extrair resultados da amostra, em suma serão valores que não irão “contaminar” os dados ou trazer números que não sejam significativos para o estudo¹⁴.

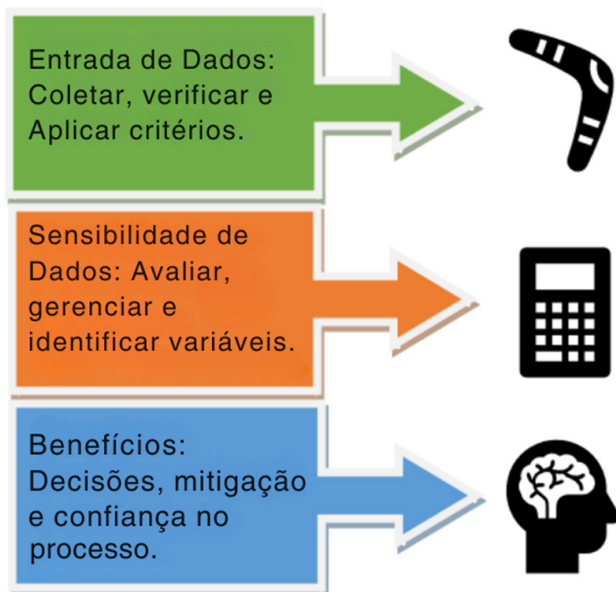
Desta forma, existem três pontos a serem seguidos:

1. **Entrada dos Dados:** A via pela qual as informações foram obtidas, visto que, muitas inteligências artificiais podem trazer diferentes vieses para o estudo, ou sem significância científica. Não que não possam ser utilizadas, como descrito anteriormente, mas devem seguir critérios para integridade dos dados.
2. **Sensibilidade dos Dados:** o impacto das informações deve ser gerenciado com diferentes tipos de cenários, custo e real observação do estudo. O objeto crítico dos dados será justamente o quanto essa amostragem é suscetível à influência de variáveis da pesquisa. Os resultados poderão identificar essas variáveis estimando o impacto na pesquisa seja qualitativa ou quantitativa, entre outras.
3. **Benefícios da Pesquisa:** ao chegar nesse ponto será possível entender as tomadas de decisão, a mitigação dos riscos e a confiança nos dados coletados. Todo projeto de pesquisa deve levar em

conta os benefícios que serão obtidos, e por se tratar de coleta de dados, é importante buscar resultados significativos e confiáveis trazendo ao estudo normas e critérios que garantam o resultado.

A finalidade desse procedimento é que leve em conta o processo crítico, garantir dados confiáveis e estimativas promissoras para futuros estudos. No entanto, o modelo de custo pode sofrer ajustes, o que permitirá às partes envolvidas reavaliar o processo de coleta e a forma com que serão analisados. A Figura 1 apresenta o fluxo para obter a validação cruzada no processo de pesquisa e coleta de dados. Os ícones usados fazem alusão à ação do pesquisador em cada etapa do processo, facilitando a tomada de decisão¹⁵.

Figura 1: Processo de Coleta de Dados.



Fonte: Autores

Os quadros 1 a 3 descrevem de forma simplificada os aspectos e exemplos a fim de situar a metodologia, apontando um processo claro e objetivo para estudo.

Quadro 1: Resumo das atividades do pesquisador e atividades que poderão ser incorporadas na pesquisa a fim de contribuir com o objetivo do estudo.

Aspecto	Descrição	Exemplo
Dados	O tipo, origem e aquisição dos dados devem alinhar-se ao propósito da pesquisa, incluindo detalhes específicos como idade, etnia, e outras variantes relevantes.	Dados sobre uma patologia específica coletados de uma população determinada, com informações detalhadas sobre idade e características específicas.
Tempo/Intervalo	A presença ou ausência de intervalos de tempo ou coleta deve ser alinhada ao estudo. Validar esses intervalos é crucial para evitar viés e garantir que a coleta ocorra nos momentos apropriados.	Coleta de dados sobre eficiência de um fármaco em bactérias ao longo de um período específico, respeitando os tempos determinados para a ação e intervalos do estudo.
Validação/Automatização	A consistência, integridade e revisão dos dados podem ser facilitadas por ferramentas de automatização, como inteligência artificial. No entanto, a calibração e a validação científica dessas ferramentas são cruciais, garantindo transparência e confiabilidade.	Utilização de inteligência artificial na leitura de dados, com calibração clara e validação científica para garantir consistência e integridade na coleta e revisão automatizadas.

Fonte: Autores

Amostra Representativa

Certifique-se de que a amostra de dados seja representativa da população que está sendo analisada. Uma amostra não representativa pode levar a conclusões imprecisas.

A amostra é de grande importância, pois envolve dados que serão elaborados sob análise estatística a fim de descrever os resultados com precisão e processos que tornem válida a pesquisa¹⁶.

Ao atestar que a amostra seja confiável, ou seja, que represente a pesquisa e não trará divergências e incertezas quanto ao que consta em sua base de informação, é importante salientar que as variáveis podem ser muitas, porém a amostra deve ser a mais rigorosa em termos de coleta¹⁷.

Apresenta-se dois tipos de procedimentos de amostra que irão nortear a pesquisa e seus objetos.

Amostra Probabilística e Amostra Não-Probabilística: se todos os elementos contidos nas informações do banco de dados forem diferentes de zero e conhecidos, será probabilística; caso contrário será *não-probabilística*. Desta forma entende-se que a *probabilística* tem regras fixas, de fácil acesso e fim conhecido. Entretanto, definir probabilidade no conjunto de dados não é algo fácil na prática, pois se leva em conta a análise da estatística indutiva, ou seja, a inferência da estatística¹⁸.

Nesse processo, o bom senso na pesquisa irá elucidar eventuais discrepâncias no método a ser usado. Note que podemos usar técnicas de amostragem que estarão presentes nesses dois processos e poderão ser avaliadas em sua precisão para contribuir com a coleta de dados¹⁹.

A simplicidade em obter amostras não-probabilísticas, empregadas em modelos de impossibilidades probabilísticas devido a amostras coletadas ou o método usado, tem sua similaridade com amostras probabilísticas. Sua importância em trabalhos estatísticos denota que o conteúdo a ser estudado traz relevância e avaliação desejável ao conteúdo¹⁸.

Vejamos amostra **Probabilística**:

- **Amostragem simples:** conhecida como aleatória ou elementar corresponde a um jogo de sorte, ou seja, todos têm a mesma chance de pertencer à amostra e ou a mesma probabilidade de estar dentro do conjunto. Ao numerar uma população de 1 a N

e aplicar sobre esse conjunto um sorteio aleatório, serão separados os números que não pertencerão à amostra. Como por exemplo uma roleta de bingo, que são números prováveis que pertencem à amostra;

- **Amostragem sistemática:** A retirada da amostra de uma linha ordenada é designada de sistemática, isto é, como exemplo, retirar um caixa de fósforo da linha de produção para verificar sua quantidade, visto que cada caixa deve ter cinquenta fósforos. Ao determinar os elementos, poderemos compreender o conjunto possível da amostragem e os efeitos simples de cada conjunto;
- **Amostragem estratificada:** A apresentação de interesse é subdividida em estratos que se apresentam de forma homogênea; tais situações devem ter característica de relevância nos estratos que formam cada amostra. Desta forma, ao direcionar a uniformidade da amostra de forma proporcional deve-se apontar o que será retido, significando que a proporção a ser definida é relevante dentro de cada estrato. Para que uma amostra estratificada tenha relevância é importante determinar um desvio padrão dentro de diferentes estratos a serem estudados. Um exemplo simples pode ser o estudo de bairros de determinada cidade por número de habitantes, podendo criar alguns estratos por idade, sexo, cor etc;
- **Amostragem múltipla:** em diferentes etapas do processo de coleta de dados, em que as amostras podem ser retiradas sucessivamente, o que deve ser considerado é a amostragem dupla, o que irá mitigar o tempo gasto com a inspeção. Desta forma, irá fornecer informação a ponto de rejeitar ou aceitar os dados coletados. A finalidade é minimizar o tempo médio com amostra a longo prazo.

Quadro 2: Resumo da pesquisa com exemplos de cada amostragem probabilística.

Método	Descrição	Exemplo
Amostragem Simples	Todos têm a mesma chance de serem escolhidos.	Sortear aleatoriamente números de uma população para formar a amostra.
Amostragem Sistemática	Amostra retirada de uma linha ordenada.	Retirar itens a intervalos regulares de uma linha de produção para verificação.
Amostragem Estratificada	Amostra de subgrupos homogêneos.	Estudar bairros de uma cidade por habitantes, criando estratos por idade, sexo, cor etc.
Amostragem Múltipla	Amostras retiradas em diferentes etapas.	Retirar amostras em diferentes fases do processo de coleta de dados para otimizar o tempo médio.

Fonte: Autores

Amostragem não-probabilística:

- **Inacessibilidade:** Na prática os dados da amostragem podem ser diferentes dos dados do objeto de estudo, contudo é o que nos está acessível. Desta forma, o que será entendido é que somente os dados apresentados terão validade, mesmo que de forma hipotética. Como por exemplo, ao produzir determinado antídoto, a amostragem a ser aplicada pode não ser o real, ou evidenciar algum viés que irá falsear os dados, porém é significativo entender que a coleta sofre análises estatísticas de forma que valide a amostra;
- **Sem normativas:** A coleta de dados sem precisão através de processo sem normas pode se tornar um estudo probabilístico, ao estudar um determinado tipo de amostragem casual entendendo que o processo seria lento e dificultoso. Obtêm-se os dados desprovidos de regras que direcionam uma conduta ou uma diretriz, sem que se exclua sua importância sobre os dados coletados;
- **Material contínuo:** Não homogeneizar a amostra de dados é muito relevante nesse caso, o que poderia levar a um dimensionamen-

to errado dos dados. Assim sendo, é possível subdividir e criar sub-dados de coletas para retirar informações precisas do conteúdo a ser estudado. Este processo pode ser usado em coletas de dados, como por exemplo gases, demografias aleatórias, entre outras;

- **Intencional:** Ao entender que determinado conjunto de dados pode ser um elemento fundamental da confiança dos dados, a representação dessa amostragem pode ser intencional no estudo. A tentativa de classificar os dados e identificar sua precisão é plausível de equívocos, pois percorre o viés estatístico do observador.

Estas versões simplificadas mantêm as informações essenciais de cada método de amostragem, tornando a compreensão mais direta.

Quadro 3: Resumo na pesquisa de cada amostragem Não Probabilística.

Método	Descrição	Exemplo
Inacessibilidade	Dados disponíveis, mas podem não ser reais.	Amostrar um antídoto, mesmo que a amostra possa não refletir a realidade, validando estatisticamente.
Sem Normativas	Coleta sem precisão, sem regras específicas.	Estudo de amostragem casual, obtendo dados sem regras rígidas, mas ainda importantes.
Material Contínuo	Amostra não homogeneizada, subdivisões necessárias.	Coletar dados de gases ou demografias aleatórias sem homogeneizar, subdividindo para análise precisa.
Intencional	Escolha intencional, pode incorrer em viés.	Escolher intencionalmente um conjunto de dados fundamental para a confiança dos resultados, mesmo com viés.

Fonte: Autores

Métodos de coleta de dados

Avalie os métodos de coleta de dados utilizados. Dependendo do contexto, métodos como entrevistas, questionários online, sensores ou outras técnicas podem influir na precisão e confiabilidade.

A precisão e confiança dos dados estão relacionadas ao método de coleta, pois assim como a amostra devem ser geradas a partir de fontes transparentes, demonstrando que a análise pode ser reproduzida²⁰.

Ao planejar a coleta é preciso ter a ideia de que quanto mais complexa for o processo de constituição da amostra, quanto mais detalhada a pesquisa, maior será o comprometimento do pesquisador. O projeto de pesquisa se iniciará com a captação dos dados em um ciclo de ocorrência, podendo ser contínua, periódica ou ocasional.

- Contínua: A coleta é feita sem tempo determinado;
- Periódica: Período descrito no método através de ciclos de coleta;
- Ocasional: Sem tempo específico e continuidade.

Desta forma, temos dois métodos de coleta de dados: qualitativo e quantitativo. O primeiro diz respeito a contabilizar as ocorrências de forma estatística e matemática e o segundo traz a análise não numérica de determinado estudo⁹.

Existe ainda a coleta de dados secundários, que já foram observados de forma qualitativa ou quantitativa e que apresentam importância para a pesquisa. Podem assim provir de fontes internas, como relatórios, tabelas, pesquisas passadas ou de fontes externas: jornais, bibliotecas, internet, revistas e outros²¹.

Uma das formas mais usadas é a coleta de dados por questionário, pela qual a forma quantitativa pode trazer de pronto uma resposta ao método a ser aplicado ou modificado. Uma pesquisa rápida (*simple leads*) será valiosa para ter a precisão do que se busca, por meio de produto ou determinado fenômeno. É preciso entender que a precisão está no método da coleta e não somente na amostra. A combinação desses dois parâmetros trará a confiança para determinar a exequibilidade do estudo e as possíveis contaminações que surgirão na execução de métodos²¹.

Além de métodos que se usam para quantificar e qualificar a amostra, há coleta de dados por observação, o que exigirá da fonte coletada

maior rigor nos dados. Por exemplo, usar a audição para examinar um fenômeno pode ser de grande importância ao avaliar o canto de pássaros de determinada espécie, porém para compor a amostra deve-se atentar para outros sons que possam interferir na audição do observador¹¹.

Outro método que pode auxiliar na coleta de dados é a entrevista, pois sua forma de aquisição pode trazer clareza quando o assunto a ser tratado se apresenta de forma objetiva e não indutiva. Dados de entrevista não são usados para reprovar determinada amostra, nem tão pouco para torná-la válida; em verdade propicia que se traga ao estudo tipos de expressão da amostra e permite realçar pontos significantes dela¹.

O método de dados científicos é o mais usado, pois a pesquisa terá como base fontes de trabalhos anteriores que tenham expectativa de veracidade nos estudos. Artigos científicos são a fonte mais comum de resultados de pesquisa, pois sua publicação e método descrito trarão análises e discussões próprias do tema em investigação. Os dados divulgados em edições não acadêmicas, mas que usam a ciência para comprovação, podem ser um recurso de informação para eliminar o viés da pesquisa, contudo, deve-se levar em consideração a fonte e a pesquisa⁶.

Outro método muito usado é o que expressa o contexto social, chamado de coleta de dados fenomenológicos, isto é, desvelam a experiência do indivíduo. Os estudos geralmente são subjetivos, trazendo características cognitivas e percepções segundo a realidade do sujeito na amostra¹.

Considere-se também os dados coletados de forma dedutiva, que não se preocupa com a condição subjetiva, uma vez que provêm da dimensão racional. Dados dedutivos alcançam a finalidade de precisão, por utilizar única forma de se aproximar dos dados da coleta. Pretende não usar achismos ou hipóteses para chegar à conclusão da pesquisa, assim como no resultado usam a premissa maior ou a menor para com lógica se chegar à conclusão¹¹.

Por essas razões vê-se que o método escolhido terá influência direta na amostra. Conhecer suas possibilidades é de grande importância para conclusão final. As características e o escopo do trabalho devem ser previamente estudados e analisados de tornar ótimo o tempo entre a coleta e o método de processamento de dados a ser aplicado, trazendo confiança aos dados de coletas e maior precisão aos resultados estatísticos²¹.

Erro de medição

Considere o erro de medição associado aos instrumentos utilizados para coletar dados. Isso pode incluir erros sistemáticos e aleatórios que precisam ser levados em conta na análise.

A caracterização da amostra como visto anteriormente é o que trará confiança aos dados a serem mensurados. Entretanto, ter o processo de constituição da amostra e testes bem definidos ainda não é o processo final, pois exigirá da pesquisa um método bem fundamentado para extrair estatísticas que justifiquem os resultados²².

A caracterização da qualidade da medição em qualquer esquema ou método proposto trará meios para retificar eventuais desvios que prejudiquem o estudo. Portanto, o erro de medição está sujeito a dois aspectos:

- **Erro Aleatório:** traz incerteza aos valores apurados, sem precisão em suas estimativas. O resultado dessa medida traria números imprecisos, o que resultaria em problemas na reprodução do método;
- **Erro Sistemático:** neste caso, o erro, mesmo tendo um valor definido depois da mensuração, teria reprodução também indefinida, pois haveria um ciclo de grandeza desconhecida, sem possibilidade de identificar sua causa.

O importante é que neste momento de digressão se faça a seguinte observação: a coleta da amostra deve ter em conta alguns fatores que poderão elucidar a inerrância metodológica ou mitigar os fatores que levaram ao erro metodológico¹.

O princípio ou fundamento científico da medição é o que irá levar à confiança do processo seguinte, visto que os métodos podem ser de diferentes operações descritas e utilizadas na literatura. O fator mensurado será justamente o que dará especificação ao estudo²⁰.

O resultado da medição associado a instrumentos pode tornar válido ou rejeitar os dados na coleta, pois ao identificar suas referências e como o instrumento deve ser utilizado, as variáveis podem ser criadas de

forma aleatória na pesquisa. No resultado as informações não podem ser incertas ou sugerir erros metodológicos¹.

Por conseguinte, o instrumento deve estar devidamente calibrado e sua cadeia de medição registrada, para que o estudo não tenha viés e/ou apresente sequências de valores que não expressem a observação/experimento. O sistema de medição deve ser caracterizado por valores segundo padrões para os instrumentos utilizados. Assim, destacam-se a seguir pontos a serem considerados para a exatidão da medição, ou seja, a informação que se aproxima do dado colhido/observado. Exatidão é um conceito qualitativo, o que pode levar ao erro quando se estiver referindo à precisão, um termo quantitativo²³.

Outro cuidado imprescindível é quanto à reprodução de resultados, pois isso depende do procedimento e do instrumento utilizado, assim como de condições, lugar e intervalo de tempo de sua aplicação. A ocorrência de erro no registro de dados, ou de um viés é comum, pois que afetam a reprodução, em razão de falta de observações do método¹.

Todavia, a possibilidade de reprodução de resultados também é uma variável que inclui no método o padrão de referência para a inerência do resultado, pois o lugar e o tempo devem ser considerados pelo observador a fim de evitar possíveis contaminações da amostra¹.

A incerteza da medição ou erro de medição são caracterizados pela dispersão de valores, ou erros numéricos ou um valor que se toma como verdadeiro. Uma simples vírgula, ou um “zero”, poderá influir nos dados coletados. O valor verdadeiro é uma definição, que se deve buscar na aplicação de método sob condições ideais e planejado para alcançar o objetivo de uma pesquisa²⁴.

A exatidão de instrumentos de medição é uma das características mais importantes no atual estado do desenvolvimento da tecnologia, pois a eficiência em produzir os resultados próximos da realidade é justamente o que dará a relevância à amostra e aos dados coletados. Por esta razão, a classe de exatidão tem limites, requerimentos e normas especificadas pelo produtor do instrumento, que devem ser seguidas de acordo com um manual de instruções. A margem de erro, seja mínima ou máxima, oscilando entre valores extremos, tem regulação própria, e deve ser adequadamente operada para enquadramento apropriado dos dados. Por

exemplo, um ponto de ensaio pode ser facilmente falseado quando ocorre a indicação mensurada se alterada pelo observador. Do mesmo modo, o erro de sinalizar com um “zero” um dado que de fato inexistiria poderá acarretar erros nos dados da amostra. Nessas situações é imprescindível que se tenha conhecimento do erro que será admissivo, ou erro intrínseco do processo de medição. O conhecimento de valores de referência pode ter grande utilidade nesses casos¹⁷.

Tanto os erros aleatórios quanto os sistemáticos estão sujeitos aos aspectos considerados acima. A exatidão expressa uma característica qualitativa do dado e influi na maior ou menor possibilidade de reprodução. Há duas formas de se avaliar erros nas coletas de dados: por métodos estatísticos e por meio não estatísticos. O meio de procedimentos estatísticos levará em conta medições anteriores, experiências com material ou instrumento já utilizado, segundo especificação do seu produtor, os dados de calibrações e atenção às observações do manual de instruções. Desta forma, a incerteza pode ser dimensionada em algum grau de confiança, podendo-se antecipar ou calcular a ocorrência/distribuição de fatores de erro da amostra²⁵.

Confiança nos dados coletados: um trabalho árduo

Ao fornecer normas para identificar dados de precisão para serem produzidos na pesquisa é importante discutir não somente a confiança, mas a validade dessas informações, pois dependendo do que estiver sendo testado ou provado, a validade é decisiva para enfatizar o que o pesquisador se propõe a fazer com o método escolhido⁵.

Nesse momento o pesquisador deve atentar para perguntas que possam confirmar ou não as hipóteses levantadas no desenrolar do estudo; portanto, é primordial a obtenção de validade dos dados. Alguns pontos importantes devem ser considerados:

- Mesmo que a resposta seja pronta, o que se espera é que os dados coletados sejam medidos com precisão, forneçam resultados significantes e garantam a confiança do que se pretende com o método.

- A validade é o conceito ou se refere à variável de interesse que se busca no instrumento de medição: dados são indispensáveis para tirar conclusões, que não podem ser precipitadas ou relacionadas a resultados não informados na pesquisa;
- Interpretações errôneas com dados incompletos é muito comum ocorrerem em trabalhos de natureza comercial; também deve-se evitar que dados equivocados ou falhos tragam influências à amostra, por serem provenientes de testes empíricos;
- O crédito de uma pesquisa aumenta desde os cuidados com a coleta e o tratamento de dados, apontando para o êxito no fim dela;
- Se houver dados sem processo de validade e falta de descrição metodológica pode-se chegar a generalizações indevidas na amostra, principalmente em estudos sobre causa e efeito em diferentes populações;
- Por fim, em grande parte de estudos contratados, se faz necessário assinalar a tomada de decisões, por exemplo: estudos de vacinas, decisões sobre políticas públicas ou educacionais.

As contribuições normativas e sistematizações confiáveis, em síntese, registrarão dados que oferecerão orientação a futuras pesquisas, que não só se relacionam a eles, mas também interferem sobre a identificação dos instrumentos de pesquisa a serem utilizados para análise e medição do estudo²⁰.

Neste ponto, o planejamento, a orientação acadêmica e os estudos de suplemento nortearão a pesquisa por meio de decisões e informações previamente conhecidas, influenciando assim na elaboração de hipóteses e a definição do objetivo geral da pesquisa.

Estratégia para coleta de dados

O âmbito a pesquisa, a contaminação de dados, a amostra subjetiva e questões não significantes relativas ao estudo são, em potên-

cia, fontes de erros a interferir na consecução do objetivo central do estudo²⁰.

Outros aspectos implícitos deverão ser considerados na descrição de um problema a ser resolvido como, por exemplo, reiterar mais uma vez, a estratégia usada para coleta de dados e o fenômeno estabelecido para agrupar esses dados. Corre-se o risco de que decisões menos complexas excluam da amostra dados que poderiam ser relevantes²⁶.

A formação disciplinar do pesquisador e a firmeza com que seus estudos se aprimorem, e a interação com fatores diversos como relatórios, propostas de estudos, documentos operacionais, artigos revisados, entre outros, incidirão sobre o dado, seja qualitativo ou quantitativo; e não somente sobre a própria experiência empírica, mas também em dados de amostras confiáveis²⁷.

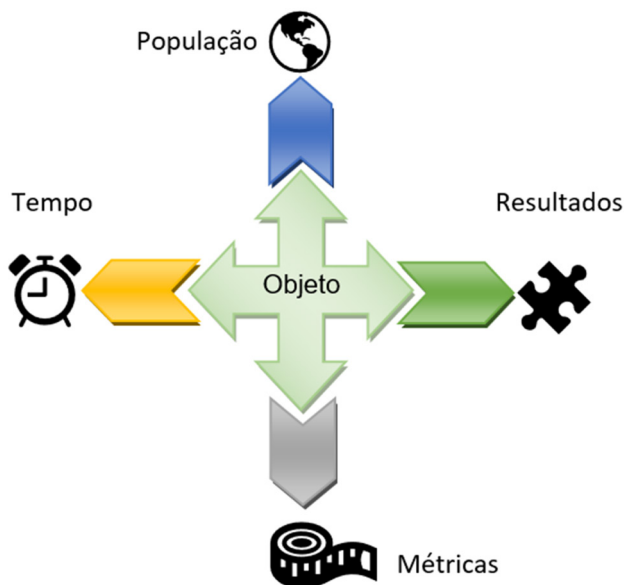
Dados em grande escala para estudos multicêntricos é um exemplo da aplicação de estratégias para os dados, com controle que deve ser rigoroso e intensamente analisado por diferentes pares, para que possa tornar válida a amostra²⁸.

Outro dado importante são as entrevistas dos pesquisadores com diferentes tipos de populações, o que pode beneficiar um determinado grupo prejudicando os dados de outro grupo, gerando inconsistência nos dados, e nesse caso deve haver variáveis que possam ajustar diferentes tipos de análises²⁹.

Revisões acadêmicas propostas no fim do curso de graduação exploram materiais tornados públicos em diferentes plataformas acadêmicas para criar uma fonte única a ser pesquisada para tornar fácil a busca ou o confronto analítico dos dados²⁷. Para isso, considere tempo, população, métricas e resultado a serem alcançados durante a coleta de dados e, neste momento, faça perguntas que busquem informações para gerar dados confiáveis.

A Figura 2. mostra como cada componente exercerá sua função para chegar ao objeto de pesquisa. Os ícones usados fazem alusão à ação do pesquisador em cada etapa do processo, com relação à tomada de decisão.

Figura 2: Importância do Objeto na Pesquisa



Fonte: Autores

Confiança estatística

Utilize intervalos de confiança ao apresentar resultados estatísticos. Isso fornece uma medida da confiança dos resultados e apreende a incerteza associada à amostra.

A confiança estatística de dados está diretamente relacionada às informações coletadas, agrupadas e metodologicamente separadas. Para tanto, estará associada à probabilidade (grau) de parâmetros (confiança) a serem utilizados. De acordo com a amostra, ao se obter uma faixa (intervalo) haverá um grau de confiança³⁰.

Alguns conceitos pautados para calcular o intervalo de confiança são comumente usados na precisão da amostra, por exemplo:

- **Média:** é o valor central de um conjunto de dados, sendo mais usada para representação de dados. Sua simples equação per-

mite chegar ao resultado de forma simples e rápida, também conhecida como média aritmética.

- **Moda:** sua representação determina o valor que ocorre com maior frequência em um conjunto de dados. Em outras palavras, é o valor que aparece mais vezes, desta forma, pode-se usá-lo como referência estatística para representar um intervalo da amostra.
- **Mediana:** o valor que representa o centro da amostragem agrupados os dados em ordem.
- **Desvio Padrão:** O desvio padrão indica o quanto um conjunto de dados é uniforme. Quanto mais próximo de 0 for o desvio padrão, mais homogêneo são os dados, ou seja, o desvio padrão é uma medida que expressa o grau de dispersão de um conjunto de dados.
- **Distribuição Estatística:** A distribuição pode ser normal quando o seu comportamento representa um fenômeno natural de forma aleatória. Pode ser de forma normal, binomial ou Poisson.

À compreensão de cada conceito acima trará o nível de confiança indicado para o estudo, dando sensibilidade ao método e especificidade amostral. O que indica o nível de confiança? Indica a porcentagem de confiança no intervalo expressando parâmetros que delimitam a amostra para alcançar esse nível, com o intuito de decifrar a natureza dos dados e seus resultados em relação à representação real²⁹.

Os exemplos listados acima podem variar de acordo com a metodologia usada. A significância do processo e os métodos estatísticos poderão reduzir erros, garantindo que o processo tenha resultado associado ao estudo descrito³⁰.

Outro ponto a ser considerado é a incerteza, pois quanto maior for, menor será a confiança nos resultados. Se a aferição que quantifica a confiança nos resultados de medição for incerta, o processo permitirá mensurar erros não razoáveis em relação aos dados coletados⁵.

Alguns fatores poderão prejudicar a amostra:

- Definição incompleta da mensuração;
- Falta de calibração;
- Fatores humanos;
- Limitações do método.

Os resultados em situação de incerteza refletirão a falta ou inexistência de clareza do valor mensurado. Isso poderá ser representado por uma faixa de valores ou unidades que compõem a amostra.

Consistência temporal

Avalie a consistência dos dados ao longo do tempo. Mudanças abruptas ou inconsistências podem indicar problemas na coleta ou na qualidade dos dados.

As informações provenientes dos dados coletados em razão ao objetivo proposto pela metodologia têm como principal fator característico a sua consistência temporal, pois a qualidade dos dados não deve ser negligenciada pelo pesquisador³⁰.

Os processos devem ser validados para garantir o nível de precisão e confiança e, depois, aos dados serão aplicadas as medidas estatísticas citadas anteriormente. O preenchimento correto, feito ou de forma manual ou automatizada, é o que caracterizará a consistência da amostra, pois qualquer que seja a forma de preenchimento, a possibilidade de erro humano será reduzida e as inconsistências de pré-requisitos para essa coleta trariam baixa qualidade na execução da metodologia²².

Listamos abaixo alguns pontos de observação:

- **Perda de Dados:** Pode ocorrer em diferentes etapas do processo metodológico, sendo comum o dado ser substituído por um

valor empírico quando é analisado por algum tipo de automação, ou no pior dos casos, na forma manual agrupado em valores próximos do que se coletou. A recuperação de dados é difícil quando se fala de pesquisa e estatística que usam valores, números, dados matemáticos que buscam quantificar resultados, entretanto, testes regulares, procedimentos devem ser criados como boas práticas que evitem a perda e assegurem a eficácia do processo.

- **Inconsistência dos Dados:** outro detalhe a ser observado nas coletas é justamente a inconsistência, visto que a qualidade depende diretamente desse fator. Observe que informações incompletas ou dados incorretos irão distorcer a amostra e criarão um viés no resultado. Por isso há necessidade de controles bem descritos para coletar os dados. A validação e a precisão serão eficazes para a consistência do estudo.
- **Falta de Dados:** uma coisa é inconsistência, outra é a falta de dados, o que leva o pesquisador a trabalhar com dados fictícios, incompletos, subjetivos e até mesmo superestimados a fim de validar a coleta. A metodologia usada direciona o estudo para que sejam revistas as informações e trará relevância, caso isso aconteça.
- **Desatualização dos Dados:** é comum usarem-se bancos de dados em pesquisa, porém dependendo do estudo, da área de aplicação e das fontes usadas esses dados poderão estar obsoletos. A desatualização dos dados falseia o resultado criando um viés negativo ao estudo, por esse motivo garantir fonte e a sua atualização periódica é de fundamental importância para a pesquisa.

Em suma, garantir a qualidade dos dados e implementar procedimentos que tragam consistência à amostra equivale a trazer qualidade e evitar problemas quando o projeto for revisado. A estruturação da pesquisa deve passar pelo crivo das inconsistências, o que ajudará

outros pesquisadores a replicarem a metodologia e garantirem a qualidade dos dados³¹.

Sem dúvida, é um desafio coletar e entender os dados, desta forma, seguir na direção do estado de perfeição é preciso. O desafio maior é entender a complexidade dos dados, pois o volume, a variedade, a sua caracterização entre outros fatores, são considerados na amostra³².

Além da qualidade dos dados é necessário garantir que estejam seguros. Isso serve a dados de qualquer procedência. No que se refere aos digitais deve-se obrigatoriamente ter em mente a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), Lei nº 13.709/2018, que regulamenta as atividades dessa área, e que se aplica às demais procedências³³.

Para evitar as inconsistências nos dados podemos fazer uma checagem do que foi recebido e do que será realmente usado de forma.

- Limpeza dos dados;
- Normatização das informações;
- Identificação e correção dos dados.

A Inconsistência é um problema sério, que pode ser evitado e corrigido pelo uso de normas de conduta que favorecerão a integridade dos dados perante a ampliação da responsabilidade do pesquisador frente ao seu estudo. Preparar-se para identificar, avaliar e corrigir inconsistências dos dados constitui-se um processo obrigatório em qualquer estudo, comprovando que os dados usados portam valor de validade científica.

Feedback e Verificação

Implemente mecanismos de feedback para validar as informações com as partes interessadas. A verificação contínua pode ajudar a identificar problemas e garantir a precisão dos dados.

A análise de dados requer mecanismo de verificação, controle de entrada e saída de dados, visto que o armazenamento dessas informações está ligado à precisão e à avaliação dos dados.

Um dos mecanismos mais utilizados é o de *feedbacks*, ou seja, a res-

posta da informação coletada com efeito retroativo, onde o emissor recebe mensagem do receptor dos dados. Portanto, ao avaliarmos a coleta é importante assegurar que a fonte receptora dos dados poderá responder quando for questionada sobre tais informações. O resultado não está ligado diretamente ao *feedback*, mas às competências necessárias para avaliar o desempenho, o que mostra ao estudo um retorno e validação do que foi coletado³².

Como por exemplo, o *feedback* positivo da amostra trará margens seguras de resultado e que pode ser repetido; já o *feedback* negativo apresentará alguma fonte de dados que não deveria estar dentro do processo de avaliação³⁴. Seja em qual for a instância do projeto de estudo, entender que se pode validar e ter a resposta dessa validação será significativo quando apresentar os resultados. Para tanto, a análise do *feedback* pode trazer esclarecimentos sobre três momentos distintos:

- **Situação:** explicar com detalhes o que aconteceu com amostra;
- **Comportamento:** descrever a situação em que os dados foram coletados;
- **Impacto:** caso se tenha que trabalhar com a coleta de dados, é importante saber qual será o impacto desses dados na amostra em relação à precisão.

A importância do *feedback* é bem conhecida em pesquisas de morfologia e fisiologia humanas, por exemplo no estudo de hormônios, das respostas elétricas de bomba de sódio e potássio, na análise de biomarcadores, entre outros. É preciso considerar que esses estudos podem exigir contraprovas, que em algum momento terá que ser apresentada para validar a precisão dos dados e da amostra³².

Precisão dos dados coletados: obra prima do estudo

Nesta altura da pesquisa, de que tratamos aqui, o principal problema do pesquisador é o viés, que distorce os resultados a que se chega

pela falta de foco e precisão, pois as condições humanas estão expostas ao tempo e ao trabalho exaustivo. Como contra-atacar esta exaustão? A resposta talvez se encontre na simples necessidade do produto da obra, ou seja, na análise e compreensão dos dados³⁵.

O cronograma do estudo é o mecanismo contra esse desgaste na pesquisa, pois podem ter-se passado alguns meses de trabalho no qual os resultados ainda não são conclusivos, mas a linha de raciocínio está sendo preservada pelo método³⁶.

O estudo poderá incluir objetos modulares, como entrada de dados, controle das informações, armazenamento, análise e demonstração do método usado, pois é importante conhecer os intervalos dos dados, as variáveis e acima de tudo preservar um olhar crítico para cada informação. Como exemplo, vejamos o uso de inteligência artificial (IA) para as coletas. Outrora bem difundida como um recurso de pesquisa, deve-se ter em conta que os algoritmos criados para levantamento de dados deverão possuir parâmetros e especificações normativas com princípios conhecidos. Em outros termos, os dados devem estar abertos ao acesso da comunidade científica, comprovando-se a reprodutibilidade³⁷.

Seguem abaixo alguns pontos de observação para a precisão de dados, que, independente do projeto de estudo é recomendado olhar para método com o cuidado para que não haja plágios:

- Comparação de dados auditáveis e não auditáveis, isto é, o levantamento de informação deve conter processos de revisão, vistoria e validação, o que aumentará a precisão do estudo de pesquisa;
- Omissão dos dados coletados é um fator que pode induzir a pesquisa ao viés inconsciente, ou ainda negligenciar o objetivo central e a hipótese de pesquisa com a falta de informação;
- Referências bibliográficas fora do contexto, o que irá gerar pretextos sem fundamentos científicos para justificar algum dado da amostra ou correlacionar com alguma estatística inespecífica do estudo;

- Interpretação inadequada dos dados contribuem para efeitos tendenciosos e imprecisos, haja visto que a experiência do pesquisador responsável será de grande valia nesse processo.

Erros na coleta de dados: Impreciso e Indefinido

Os dados coletados podem não oferecer consistência para o estudo e a precisão esperada sofrerá adaptações para produzir estimativas de resultados. Com efeito, isso ajustará o nível de precisão da amostra. Algumas abordagens incorretas dentro do estudo conduziriam à exposição de erros de retroalimentação de dados, o que será insuficiente para se chegar a um coeficiente que responda ao objetivo da pesquisa³⁸.

A resposta de impacto ou modelo errôneo de coleta de dados é o que criará o viés da pesquisa e consequentemente variações de componentes que geram mais incertezas que objetos de certeza. Pois bem, não se afastando do objetivo do estudo, não haverá problema em demonstrar erros e métodos imprecisos, caso contrário, o sistema analisador de dados deve ter regras bem estruturadas conhecidas e reproduzíveis²⁰.

Em alguns casos, modelos simples de coleta de dados podem prever resultados de análise com precisão aceitável, podendo economizar tempo e recursos de longo prazo; contudo, estudos comparativos irão mitigar erros de modelos mais complexos e de longa duração, e que por muitas vezes trarão preditores próximos de modelos mais simples³⁹.

Estudos experimentais de abordagem específica e com amostra limitada também é um ponto a considerar, pois a exatidão ficará exposta a padrões relativos. Portanto, na precisão das coletas de dados, o pesquisador irá encontrar observações a serem pontuadas no estudo criando conexões com as informações obtidas, não excluindo o outro lado, mas valorizando detalhes que construirão resultados e apontarão possíveis erros. Em vista disso, sua padronização será fundamental para nortear os dados corretamente coletados³⁰.

Observe a seguir como a coleta dos dados pode ser valiosa na condução do estudo:

- Desenvolver uma estrutura de validação adaptativa para determinar quando dados de validação suficientes foram coletados para produzir uma estimativa de efeito ajustada ao viés com um nível de precisão pré-especificado;
- Os níveis de precisão pré-especificados são decididos a priori pelo pesquisador, com base na precisão da estimativa convencional e permitindo intervalos de confiança mais amplos que ainda seriam substancialmente significativos;
- Cada método fornecerá uma nova abordagem para a estimativa eficaz e eficiente dos parâmetros de classificação à medida que os dados de validação se acumulam, com ênfase na precisão da estimativa ajustada por viés;
- A aplicabilidade do desenho de estudo no qual os dados de validação serão coletados e modificados para atender a critérios alternativos, dado que os objetivos específicos devem ser notificados pelo pesquisador.

Esses quatro pontos consideram não somente a ideia central da pesquisa, mas o real objeto de pesquisa, que outrora eram informações imprecisas e que passam pelo filtro do olhar do pesquisador.

Transparência e Documentação

Mantenha registros detalhados sobre o método de coleta de dados, transformações realizadas e qualquer limpeza ou manipulação de dados. Isso aumenta a transparência e permite que outros compreendam e avaliem a confiabilidade dos resultados.

Neste ponto, os registros apontados e os dados coletados para que a pesquisa pudesse ser realizada devem estar claros e objetivos, por isso, a relevância dos dados coletados demonstrará o cuidado do pesquisador com as informações e resultados apresentados. Desde em uma análise documental até a mais complexa coleta gerida por inteligência artificial deve haver transparência das informações. Assim como perguntas submetidas a um grupo de pessoas devem estar sob cuidados de um termo

de consentimento esclarecido, o questionário deve expressar veracidade para colher e oferecer resultados precisos³⁹.

Portanto, manter os dados coletados é a credencial para trazer nitidez e confiança à pesquisa. Tome em conta que citar o departamento que coletou, a forma de avaliação, quando ou com que intervalo os dados foram colhidos é um dos princípios que norteiam o método, em virtude de que esses dados serão manipulados e o resultado irá compreender muitas vezes testes para chegar a um resultado conclusivo²³.

Ao elaborar o registro do objeto de pesquisa, o método qualitativo ou quantitativo deve ser descrito, assim como os anexos identificados durante o estudo devem ser conhecidos, pois a colaboração científica não deve criar viés na amostra, desde que a documentação permita entender de onde provêm ou como os dados serão armazenados¹.

Nota-se que o tema e a justificativa compreenderão o objetivo do estudo, fundamentando-se em outros estudos que possam elucidar a pesquisa. A partir desse ponto os procedimentos metodológicos irão conduzir a execução do trabalho, sendo que coletar, processar e manipular dados corroboram a transparência própria da documentação de pesquisa³⁷.

A figura 3 apresenta a ordenação do fluxo da pesquisa quanto aos dados coletados, agregando dinamismo ao objeto de pesquisa.

Figura 3: Fluxo de Organizacional de Dados Coletados.



Fonte: Autores

A transparência está ligada diretamente às perguntas do ciclo acima descrito, orientando o pesquisador com relação a em que momento ele deve avançar na pesquisa, coletar dados e armazená-los. Perceba que

em todo o processo do ciclo a validação se faz necessária e que criar ferramentas de *feedback* também, pois assim, será possível retomar a execução da pesquisa do ponto em que parou e garantir a consistência de dados³⁰.

Treinamento e Padronização

Garanta que os entrevistadores ou operadores que coletam dados estejam devidamente treinados e sigam protocolos padrão para reduzir vieses e erros.

O processo de estabelecer padrões depende da compreensão do que seja um viés, conceito muito recorrente em estudos científicos. Contudo, o erro pode não ser intencional, ou seja, podem ocorrer falsas percepções sob a confiança atribuída ao método usado. Acrescente-se que de fato a distorção é geralmente induzida pelo próprio método empregado. Isso pode se reproduzir por ocasião do treinamento para as pessoas que irão colaborar com a pesquisa³⁵.

O padrão interno traz à pesquisa confiança em alcançar uma amostra válida e com precisão de dados. O padrão externo aplica ao estudo conceitos e informações que agregam confiança aos dados coletados. Por fim, a qualidade implica em obter uma amostra isenta de viés na apresentação dos dados, influenciando assim no treinamento e no estabelecimento de padrões⁴⁰.

A relação a seguir descreve os diferentes tipos de vieses, o que é útil como precaução para coleta de dados em pesquisas observacionais.

- **Viés de seleção:** *afeta a comparação entre grupos, generalizando a amostra;*
- **Viés de informação:** *expõe de forma incorreta os dados coletados;*
- **Viés de confusão:** *coloca uma variável em restrição nas informações de dados;*
- **Viés de acaso:** *os resultados gerados são falsos, porém significantes.*

O que poderá garantir a entrevista a ser aplicada sob padrão eficaz por parte dos colaboradores será a mitigação do erro do observador, ou seja, reduzir o viés. Isso se aplica a diferentes tipos de estudos e métodos quanto à precisão da coleta de dados. Para aprimorar o delineamento de protocolos de coleta de dados, aptos a aferir com precisão os dados, é importante, além de reduzir o viés, atentar para a probabilidade de subestimar valores ou de reduzir variáveis nas escolhas individuais. Tais cuidados são de suma importância para a confiança da amostra³⁵.

Análise de sensibilidade

Realize análises de sensibilidade para avaliar como a variedade nos dados de entrada afeta os resultados. Isso pode ajudar a entender a robustez das conclusões.

O erro de parâmetros, mudanças geradas que estimam o resultado do processo, irá dimensionar um grau de sensibilidade, tornando visíveis divergências em relação ao esperado. Convém, portanto, testar certos fatores para compreendermos a resultante encontrada, garantindo-se a precisão dos dados. A isso se denomina sensibilidade da amostra³⁷.

A sensibilidade é afetada por fatores cuja análise pode trazer confiança aos dados coletados. Esses fatores são:

- Variáveis: identificam qual a influência do resultado do modelo que pode ser significativa, evidenciando variáveis importantes;
- Quantificação: nesse caso, a influência está relacionada às variações do resultado, evidenciada pelo uso de coeficientes, métricas ou outro valor que tenha significação;
- Modelos: no que diz respeito às mudanças de parâmetros e à compreensão de como afetam a realidade dos dados. A análise poderá aprimorar os dados, oferecendo maior confiança e sensibilidade;
- Riscos: a realidade permite identificar dados que refletem o resultado na gestão de risco, com influência no resultado e na coleta de dados;

- **Estratégia:** a informação tomada nas coletas e a relação dos resultados na sensibilidade permitem a relação dos resultados e as variáveis.

Em resumo, temos:

- **Identificação da sensibilidade**

Alguns riscos não podem ser facilmente expressos numericamente e estão mais relacionados à condição subjetiva, à incerteza da ambiência ou a fatores qualitativos. Esses riscos podem incluir aspectos culturais, mudanças de liderança ou ocorrências imprevisíveis.

- **Resultados avaliados**

A avaliação qualitativa dos riscos propicia um contexto mais amplo para os resultados da análise de sensibilidade. Isso permite interpretar as implicações práticas das variações identificadas, destacando se as mudanças representam ameaças significantes ou oportunidades vantajosas.

- **Riscos sensíveis**

Compreender os riscos associados às variações nos parâmetros permite uma tomada de decisão mais informada. Esse aspecto é particularmente decisivo em situações complexas e incertas, quando nem todos os elementos podem ser completamente quantificados.

- **Estratégias de pesquisa**

A análise qualitativa de riscos auxilia na identificação de estratégias de mitigação. Isso envolve o desenvolvimento de planos para lidar com ameaças em potência e aproveitar oportunidades, contribuindo para uma gerência de riscos mais eficaz.

- **Eficácia dos dados**

A avaliação qualitativa de riscos é frequentemente mais acessável para partes interessadas não familiarizadas com termos técnicos ou análises quantitativas complexas. Isso facilita a comunicação eficaz dos resultados e implicações do processo de análise para compreensão mais ampla.

Ampliando a pesquisa: o limite do investimento

Com o avanço da tecnologia, de inteligências artificiais e instrumentos de medição, o futuro da pesquisa científica ganhou notoriedade tanto no campo acadêmico como em outras áreas que demandam dados demográficos para emprego em políticas públicas e socioeconômicas⁴¹.

Neste item explora-se oportunidades de expandir diferentes estudos e métodos, trazendo novos resultados e renovação de dados que foram suprimidos pela falta de tecnologia científica. Para tanto, ao frisar cinco aspectos de modo a ampliar as pesquisas abrem-se as portas para o futuro e outras possibilidades para geração de novos conhecimentos.

- **Tecnologia Avançada:** O desenvolvimento de novas tecnologias, como microscópios de alta resolução, emprego de instrumentos analíticos avançados e de técnicas de imagem de última geração está permitindo observação detalhada e precisa de sistemas biológicos, químicos e físicos;
- **Big Data e Análise de Dados:** Com o aumento da quantidade de dados disponíveis em praticamente todas as áreas da ciência, métodos avançados de análise de dados, como aprendizado de máquina e análise estatística complexa, estão sendo empregados para extrair *insights* significantes e identificar padrões que poderiam anteriormente passar despercebidos;
- **Modelagem Computacional:** A modelagem computacional está se tornando um instrumento indispensável em muitos campos científicos, permitindo simulações detalhadas de sistemas complexos e a previsão de resultados sob diferentes condições;

- **Abordagens Multidisciplinares:** Muitos problemas científicos modernos são intrinsecamente interdisciplinares. Portanto, enfoques que integrem múltiplas disciplinas, como bioinformática, biofísica e neurociência computacional estão se tornando comuns, permitindo uma compreensão mais completa e holística dos fenômenos estudados;
- **Reprodutibilidade:** Há um foco crescente na garantia da reprodução de resultados científicos e na transparência de métodos utilizados. Isso inclui o compartilhamento de dados, o pré-registro de estudos e maior atenção aos princípios éticos e de integridade na pesquisa.

Por outro prisma, a combinação de ciência de dados com técnicas avançadas de engenharia da computação pode levar a descobertas inovadoras, portanto, ao coletar os dados por sensoriamento de aplicativos, como posição dos cliques, a frequência dos cliques, forma de digitação, palavras utilizadas, forma de escrita, expressões faciais e impulsos de resposta se produz uma base para análises futuras sobre dados que emergiram, mas que no momento do planejamento não foram considerados ou imaginados terem relação com o objetivo da pesquisa, pois que somente em um momento posterior a combinação de sensoriamento com técnicas avançadas de ciência de dados poder-se-ia levar a descobertas inovadoras⁴².

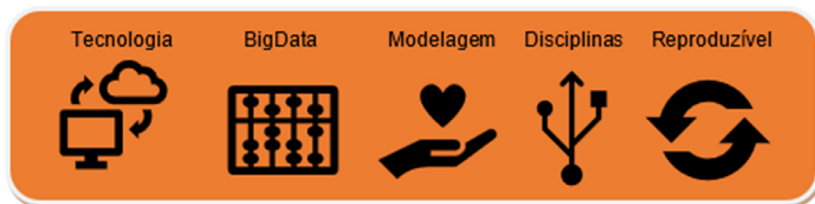
A aquisição de dados por sensoriamento é importante, no que respeita à aplicação de métodos e instrumentos, que por ação humana não seria possível ou adequada, evidenciando-se necessária a redução da interferência na ambiência da pesquisa pelos meios de aquisição de dados³².

O sensoriamento remoto permite a coleta de dados sem a necessidade de interação direta entre o pesquisador e o participante, o que reduz o risco de influir no comportamento ou nas emoções do participante e, consequentemente, nos resultados da pesquisa. Iniciativas empreendedoras têm investido financeiramente em predição de preferências de usuários baseadas em seu comportamento de uso e navegação do sistema.

Torna-se o sensoriamento uma técnica muito difundida pois as decisões podem ser melhor direcionadas, uma vez que uma quantidade significativa de dados adquirida por sua intercessão em sistemas computacionais é muito superior à quantidade de dados proveniente de levantamentos não automáticos⁴³.

A figura 4 descreve os limites do incentivo mútuo entre a coleta de dados e a confiança no avanço tecnológico, aspectos que estão intrinsecamente ligados e que corroboram a busca de resultados confiáveis e reproduzíveis.

Figura 4: Organograma de coleta de dados e investimento renováveis



Fonte: Autores

Em síntese, as tecnologias avançadas estão revolucionando a pesquisa científica, permitindo uma análise mais detalhada e precisa de sistemas biológicos, químicos e físicos. Microscópios de alta resolução, como a microscopia de STED (*stimulation emission depletion*), também conhecida como nanoscopia, estão permitindo uma visão sem precedentes de estruturas celulares. Além disso, técnicas de imagem como a ressonância magnética nuclear (RMN) fornecem informações sobre a estrutura e função molecular de estrutura⁴⁴.

O *Big Data* e a análise de dados complexos, tão difundidas neste início de século, e enfoques científicos avançados em análise de dados, como o aprendizado de máquina, são amplamente empregados para extrair padrões significantes de conjuntos de dados numerosos⁴¹. Por exemplo, a aplicação de algoritmos de aprendizado profundo permite a identificação de padrões genéticos complexos em estudos de genômica.

Acrescente-se que a modelagem computacional desempenha funções na previsão e compreensão de fenômenos científicos, propiciando

simulações detalhadas de sistemas biológicos; por exemplo, realiza-se com sucesso ao se usar métodos de dinâmica molecular com autoprocessamento de dados⁹.

A integração multidisciplinar, cada vez mais atuante na pesquisa científica, permite compreensão abrangente dos fenômenos estudados. Por exemplo, a integração de métodos de bioinformática e de biologia molecular levam a avanços relevantes na compreensão da regulação na ciência dos genes e da expressão genômica⁴⁵.

O fundamento de todos os aspectos citados acima é a reprodução os dados, condição exigível da prática científica, bem como dos ensaios clínicos. Garantir o compartilhamento de dados resulta em confiança quanto a validade de resultados científicos alcançados⁴⁶.

Embora haja muitos benefícios advindos da expansão das pesquisas científicas e do desenvolvimento de métodos mais avançados, também existem barreiras e problemas associados a esse processo. Alguns deles são:

- **Custos Elevados:** O desenvolvimento e a implementação de tecnologias avançadas, bem como a análise de grandes conjuntos de dados, podem ser extremamente caros. Isso pode criar disparidades no acesso a recursos entre instituições e países, limitando a participação de pesquisadores menos acesso a recursos financeiros ou de regiões menos desenvolvidas;
- **Complexidade e Interpretação:** À medida que os métodos de estudo se tornam mais refinados a interpretação dos resultados pode se tornar mais complexa. Isso pode levar a debates sobre a validade e a confiança dos dados, especialmente em áreas de conhecimento em que os métodos muito especialistas ou novos;
- **Ética e Privacidade dos Dados:** O uso de grandes conjuntos de dados pode levar a preocupações éticas sobre a privacidade e o uso adequado das informações. É importante garantir que os dados sejam coletados e utilizados de modo ético e que os direitos dos participantes da pesquisa sejam protegidos;

- **Replicação:** A crescente complexidade dos métodos de pesquisa pode dificultar a reprodução de estudos, aspecto indispensável quanto a validade e confirmação de resultados científicos. A falta de replicação pode minar a confiança na pesquisa e levar a uma perda de crédito em meio à comunidade científica;
- **Desafios Interdisciplinares:** Embora enfoques multidisciplinares sejam valiosos para resolver problemas complexos, eles não prescindem da busca de integração de diferentes terminologias, métodos e culturas científicas. Isso pode exigir uma comunicação e colaboração eficazes entre pesquisadores de diferentes disciplinas;
- **Vieses e Limitações dos Modelos:** Modelos computacionais e análises de dados estão sujeitos a vieses e limitações inerentes aos dados de entrada e às suposições subjacentes. Isso pode levar a resultados distorcidos ou incompletos se não forem adequadamente reconhecidos e mitigados;
- **Dependência Tecnológica:** A dependência excessiva de tecnologias avançadas pode criar vulnerabilidades, especialmente se houver riscos constantes de interrupção no fornecimento de energia, falhas técnicas ou ataques cibernéticos. Isso destaca a importância de estratégias de *backup* e segurança robusta.

Tais obstáculos requerem um tratamento cuidadoso e colaboração em que participem pesquisadores, instituições, reguladores e a sociedade em geral.

Conclusão: buscar agulha no palheiro exige dedicação

Precisão e Confiança nos Dados

Todas as informações coletadas devem fazer parte do produto do pesquisador, e por mais subjetivo que seja o dado, considerar sua relevância é sinal de perspicácia.

Coletar dados é uma atividade inerente ao pesquisador, contudo é um caminhar de grandes expectativas. O mister dele é difundir conhecimento e transformar dados em informação de pesquisa, utilizando-se um enfoque que leve a transformação e novos métodos que alcancem patamares elevados de pesquisa e metodologia¹⁷.

Deve-se compreender a ciência como uma jornada sem fim, cujo resultados provém de horas incontáveis de estudos, em busca de precisão e de um estado de perfeição das informações⁹.

Saliente-se a qualidade de amostras e os cuidados com os valores mensuráveis, pois a probabilidades estatísticas são oportunidades que garantem robustez aos resultados. A escolha das variáveis incidirá diretamente nas investigações e, mesmo que ocorram linhas de pesquisas diferentes, devem estar alinhadas com o objetivo que foi definido¹⁷.

A confiança nos dados, permeia todo o ciclo de vida da pesquisa, desde a escolha do tema, revisão de literatura, problema e objetivo da pesquisa, hipótese, método e análise dos dados⁴⁵.

Desde a coleta de dados até a análise, a transparência de práticas metodológicas será o fundamento para determinar confiança nos resultados. Outros fatores como a validade cruzada, a consistência, a integridade e a automação emergem como pilares para assegurar que os dados sejam confiáveis, replicáveis e, por fim, úteis para a construção do conhecimento¹⁴.

A interação proposta, seja por meio de fóruns *on-line*, plataformas de colaboração ou redes sociais, não é somente uma extensão dos dados, mas um desenvolvimento na forma como se concebe o aprendizado. A colaboração entre pares, a troca de experiências e a resolução conjunta de problemas trazem uma dimensão social ao processo de aprendizado, promovendo uma compreensão mais rica e aplicada dos conceitos discutidos⁹.

Assim, os tópicos apresentados neste capítulo servem como diretrizes institucionais a fim de instruir, elucidando dúvidas e discordâncias quanto ao que fazer diante de uma coleta de dados. Ao se fazer pressupostos para futuros estudos é importante ter em conta variáveis perti-

nentes que contribuam para o desfecho da pesquisa. A seguir, observe-se uma série de especificações que trarão robustez à pesquisa e densidade aos dados coletados⁴⁷.

- A pesquisa científica explora as concepções alternativas, como seu resultado. Confiar nos dados coletados será o pêndulo para a pesquisa, o que corrobora o resultado preciso;
- O julgamento de confiança, ou seja, conhecer a fonte, irá fornecer informações sobre a avaliação do desempenho da amostra, incidindo sobre a precisão dos dados;
- A qualidade dos dados estatísticos é importante para a tomada de decisões científicas, de modo que é ela que trará acurácia ao resultado;
- A qualidade dos dados estatísticos não é o fim do processo, é o meio que dará sensibilidade e especificação ao produto;
- Negligenciar erros nos dados leva à crise de replicação, portanto, todo cuidado com a amostra é imprescindível para não contaminar o estudo;
- Literaturas empíricas frágeis e engano com os resultados podem acontecer quando a coleta de dados não utilizou método assertivo e bem descrito na pesquisa;
- Novos métodos induzirão dissociações de confiança e precisão. Deve-se, entretanto, evitar que o façam sem cuidar das diferenças provenientes da experiência subjetiva;
- Manipulação de dados e atração de critérios mal definidos no estudo, usados para criar grandes diferenças de confiança com intervalos desconexos, trarão dúvidas ao método;
- O estudo deve examinar a relação confiança – precisão na amostra usada e, para isso, cada intervalo deve ser respeitado de modo singular;

- A confiança é um bom indicador de precisão, porém, caso seja necessário, deve-se submeter a pesquisa à revisão e análise dos pares;
- As incertezas irão aparecer; devem então os pesquisadores caracterizar com clareza as fontes dos dados extraídos em seus estudos;
- A clareza de uso dos dados e nos documentos descritos no método aumentarão a confiança nos resultados da pesquisa;
- A avaliação de dados é importante, pois os dados científicos confiáveis estarão presentes no final do processo;
- Usar terminologia de aceitação internacional e tratar com precisão os dados permitirão que futuras pesquisas possam ter relação simbiótica;
- A relação entre confiança e precisão é o foco de qualquer estudo científico, que não tenha pressa em comprovar nada;
- Confiança e precisão intercedidas por diferentes variáveis devem ter estrutura com base nos princípios da ciência da medição, adotada para melhorar a confiança nos resultados da pesquisa;
- Considere incertezas, aspectos difíceis e interpretações alternativas, procure estabelecer um enfoque científico para determinar a confiança dos dados;
- Propor uma técnica para combinar a confiança de fontes e elementos de dados específicos darão precisão ao resultado, pois o estudo poderá planejar várias informações;
- Tornar possível a replicação, repetição e reprodução dos estudos são importantes para uma ciência confiável;

- O acesso aberto a dados e *softwares* é relevante para o avanço da ciência confiável, o que traz qualidade, precisão, autenticidade e conformidade;
- O monitoramento e a auditoria garantem precisão, confiança, correção e conformidade na coleta de dados.

Em suma, cuidar sempre de estimular a renovação e significância contínua de excelência em coleta de dados, pois o dinamismo desse processo e o compartilhamento de resultados fornecerá aos pesquisadores sustentação para o trabalho científico³⁸.

Finalmente, gostaríamos que se reafirme mais uma vez que a precisão e confiança nos dados são fundamentos do conhecimento que contribuem para a construção de bases sólidas na pesquisa e, ao serem cuidadosamente decifradas, percorrendo conceitos bem alicerçados, que trarão ao pesquisador uma jornada agradável ao rumo de novas descobertas, garantindo acolhimento e reconhecimento científicos, rigor metodológico, consistência dos resultados, transparência, relevância e avaliação crítica.

Referências

1. Plant AL, Becker CA, Hanish RJ, Boivert RF, Possolo A, Elliott JT. How measurement science can improve confidence in research result. Plos Biology [internet]. 2018;20. doi: 10.1371/JOURNAL.PBIO.2004299
2. Ajayi AB. D-Scoring Method of Measurement Classical and Latent Frameworks: by Dimitar M. Dimitrov. New York: Routledge; 2024.
3. Siemens G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. 2005; 2(1).
4. Sun W, et al. Analytical study of the IEEE 802. In: IV IEEE Intelligent Vehicles Symposium. IEEE; 2013.
5. Edouard M. A mistaken confidence in data. European journal for philosophy of science [internet]. 2021; 11(2):1-17. doi: 10.1007/S13194-021-00354-9
6. Jackson S, et al. Data we can trust. The Journal of Clinical Investigation. 2022;132(15).

7. Sunny J, Paul V, Dobromir R. Across-subject correlation between confidence and accuracy: A meta-analysis of the Confidence Database. *Psychon Bull Rev* [internet]. 2022;29(4):1405-1413. doi: 10.3758/s13423-022-02063-7
8. Takona JP. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. *Quality & Quantity*. 2024; 58(1): 1011-1013.
9. Liu H. Analysis of statistical data quality. In: 2014 Seventh International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization. IEEE, p. 370-372. 2014.
10. Bianchi LM, Rosielle LJ. Collecting Data You Can Trust. In: *Research During Medical Residency*. CRC Press, p. 81-90. 2022.
11. Luna K, Martín-Luengo B. Confidence-accuracy calibration with general knowledge and eyewitness memory cued recall questions. *Applied Cognitive Psychology*. 2012; 26(2): 289-295.
12. Carlos NRB. Development of a deep learning-based algorithm to predict pneumonia cases from chest X-ray images [dissertação]. Portugal: Universidade do Minho; 2020.
13. Silva CA, et al. Effect of LiDAR density points on the prediction of height in *Pinus taeda* L. plantations. 2017.
14. Charles H, William F, Guthrie. Combining data in small multiple-method studies. *Quality Engineering*. 2006;14.
15. Amershi S, et al. Designing CIspace: Pedagogy and usability in a learning environment for AI. *Proceedings of the 10th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*; 2005.
16. Baweja JA, Jefferson BA, Fallon CK. Developing Confidence in Machine Learning Results. Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), Richland, WA (United States), 2023.
17. Mansour JK. The confidence-accuracy relationship using scale versus other methods of assessing confidence. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*. 2020; 9(2): 215-231.
18. Lima ALS. Von wangenheim, christiane gresse; borgatto, adriano ferreti. Assessment of visual aesthetics through human judgments: a systematic mapping. In: *Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. 2022. p. 1-14.
19. Dana R. The Importance of Precision in Greenhouse Gas Emissions Inventories: Comparing Simple and Precise Data Collection Models. 2007.

20. Lyman G, Asbury J. Determination of the precision of sampling systems and on-line analysers. In: TOS forum. IM Publications Open, p. 111-118. 2015.
21. Shynkaruk JM, Thompson VA. In: 19^a. Confidence and accuracy in deductive reasoning. Memory & Cognition; 2006. doi: 10.3758/BF03193584
22. Liu D, Han Xiu-lan, Sun Hua-long, Dai N. Global views on clinical trials and data quality. Yao Xue Xue Bao [internet]. 2015 [acesso em 20 ago 2024]; 50(11): 1434-42. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26911039/>
23. Khoa BT, Hung BP, Hejsalem-Brahmi M. Qualitative research in social sciences: data collection, data analysis and report writing. International Journal of Public Sector Performance Management. 2023; 12(1-2): 187-209.
24. Oliveira CS, Geller M. Saberes estatísticos: uma proposta investigativa em uma perspectiva sociocultural partir da experiência com idosos da universidade da maturidade. Caderno Pedagógico. 2024;21(1): 1811-1829.
25. Sharma N, Srivastav AK, Samuel AJ. Randomized clinical trial: gold standard of experimental designs-importance, advantages, disadvantages and prejudices. Revista Pesquisa em Fisioterapia. 2020; 10(3): 512-519.
26. Pearsom RW. Statistical persuasion: How to collect, analyze, and present data... accurately, honestly, and persuasively. Sage publications; 2010.
27. Dinnes J, et al. Collecting data. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Diagnostic Test Accuracy. 2023;131-167.
28. Shen X, Yuan C. A college student behavior analysis and management method based on machine learning technology. Wireless Communications and Mobile Computing. 2021; 2021:1-10.
29. Elias JE, Gygi SP. Target-decoy search strategy for increased confidence in large-scale protein identifications by mass spectrometry. Nature methods. 2007; 4(3): 207-214.
30. Pires RM. Inferência bayesiana objetiva e freqüentista para a probabilidade de sucesso. 2009.
31. Seydi MR, Pini A, Pataky TC, Schelin L. In: 29^a Confidence Sets for the Intra-class Correlation Applied to Curve Data from Test-Retest Studies; 2023. doi: 10.2139/ssrn.4697748
32. Castilho AS, Trevisan AL, Marczal D. Conception of learning objects with feedback for self-regulation of learning mathematical concepts necessary for differential and integral calculus. Acta Scientiae. 2022;24(7): 176-201.

33. Brasil. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais. Diário Oficial da União [internet]. [acesso em 10 ago 2024]. Disponível em: https://lgpd-brasil.info/capitulo_08/artigo_52. Acesso em: 20 fev.2024
34. Kim CG, et al. The Data Evaluation for Obtaining Accuracy and Reliability. In: Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, p. 152014. 2012.
35. Akindele O. Adebisi. In: 10ª. Bias: a review of current understanding. African journal of medicine and medical sciences; 2010.
36. Nunes LS, et al. A análise da narrativa como instrumento para pesquisas qualitativas. Revista Ciências Exatas. 2017;23(1).
37. Gama TDCQ, Ferreira AMO, Oliveira FCMB. Coleta de Dados com pessoas idosas utilizando questionário baseado na entrevista de anamnese. Caderno de Anai Home. 2023;421-439.
38. Milburn JA, et al. The accuracy of clinical data: a comparison between central and local data collection. The Surgeon. 2007;5(5): 275-278.
39. Stamenkovic S, et al. Software tools for learning artificial intelligence algorithms. Artificial Intelligence Review. 2023; 56(9): 10297-10326..
40. Lasse MS, Peter CG. 1ª. Of mites and men: reference bias in narrative review articles: a systematic review. Journal of Family Practice; 2005.
41. O'Neil C. Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy. Crown; 2016.
42. Tang X, Liu K, Cui J, Wen F, Wang X. IntentSearch: Capturing User Intention for One-Click Internet Image Search. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. 2012;34(7): 1342-1353.
43. Al Qaisi I. User Behavior Analysis for User Profile Prediction. 2022.
44. Tam J, Merino D. Stochastic optical reconstruction microscopy (STORM) in comparison with stimulated emission depletion (STED) and other imaging methods. Journal of neurochemistry. 2015;135(4): 643-658.
45. Dobromir R. A robust confidence-accuracy dissociation via criterion attraction. Neuroscience of Consciousness. 2021;11. doi: 10.1093/NC/NIAB039
46. Tukey JW. Exploratory Data Analysis. Addison-Wesley; 1977
47. Wenger E, McDermot R, Snyder WM. Seven principles for cultivating communities of practice. Cultivating Communities of Practice: a guide to managing knowledge. 2002; 4:1-19.

Termografia Assistida por Inteligência Artificial para o Diagnóstico Precoce do Câncer de Mama

Maíra Araújo de Santana^I, Karla Amorim Sancho^{II}, Monica Felts de La Roca Soares^{III}, Artur Aburad de Carvalhosa^{IV}, Fábio Henrique Cavalcanti de Oliveira^V, Fabiano Tonaco Borges^{VI}, Edgard Michel Crosato^{VII}, Wellington Pinheiro dos Santos^{VIII}

Introdução

Este capítulo explora o potencial da termografia assistida por IA na detecção precoce do câncer de mama, destacando a importância de abordagens inovadoras que promovam a melhoria dos cuidados preventivos, bem como a redução da incidência e da mortalidade associada ao câncer de mama. Uma justificativa importante para a implementação da termografia de mama é de que atualmente temos como exame de imagem para investigar lesão na mama: a mamografia, a USG de mama, a tomografia computadorizada – com e sem contraste – a cintilografia óssea (em que é injetado no paciente o contraste) e o *Pet Scan*. Esse último consiste na associação da tomografia computadorizada com a cintilografia óssea.

-
- I Maíra Araújo de Santana - Departamento de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);
 - II Karla Amorim Sancho - Departamento de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
 - III Monica Felts de La Roca Soares - Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação e do Complexo Econômico-Industrial da Saúde (SECTICS), Ministério da Saúde;
 - IV Artur Aburad de Carvalhosa - Laboratório Central da Secretaria de Estado de Saúde de Mato Grosso (LACEN/SES/MT);
 - V Fábio Henrique Cavalcanti de Oliveira - Faculdade de Ciências Médicas, Universidade de Pernambuco (UPE);
 - VI Fabiano Tonaco Borges - Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
 - VII Edgard Michel Crosato - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (USP).
 - VIII Wellington Pinheiro dos Santos - Departamento de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Vale ressaltar que, com exceção da USG, os demais exames de imagem têm contraste, que possui contraindicação para pacientes com insuficiência renal crônica. A termografia não demanda contraste e o objetivo dela é captar a área de maior metabolismo. Portanto, ela não é contraindicada nem mesmo para os pacientes com insuficiência renal crônica.

Câncer de Mama

O câncer de mama é uma condição complexa marcada pelo crescimento descontrolado de células na região mamária, que leva à formação de tumores malignos. Essa proliferação celular anormal geralmente se inicia nos ductos ou lóbulos mamários e é impulsionada por mutações genéticas que afetam o ciclo de vida celular. Entre essas mutações, as dos genes BRCA1 e BRCA2^{IX} são particularmente significativas. Eles são conhecidos por seu papel na reparação do DNA: quando mutados, aumentam substancialmente o risco de desenvolver câncer de mama e ovário, contribuindo para a formação de tumores que podem ser mais agressivos e propensos a um diagnóstico precoce.

O processo de desenvolvimento do câncer de mama envolve a perda de controle sobre a diferenciação e o metabolismo celular, com células se multiplicando de forma acelerada e mantendo um estado de indiferenciação. Esse cenário favorece a evolução contínua das células tumorais, algumas das quais podem adquirir a capacidade de invadir tecidos adjacentes e formar metástases. A atividade metabólica elevada nessas células também leva a um aumento na emissão de calor - detectável por meio de imagens térmicas - que pode indicar a presença de um tumor.

O câncer de mama é categorizado em subtipos baseados em suas características moleculares e biológicas, cada um com abordagens de tratamento e prognósticos distintos. Os subtipos incluem o câncer de mama hormônio-dependente, que responde a terapias hormonais bloqueando os

IX BRCA1 e BRCA2 são siglas para “*Breast Cancer gene 1*” e “*Breast Cancer gene 2*” (Gene do Câncer de Mama 1 e 2), respectivamente. São dois genes humanos que produzem proteínas responsáveis pela reparação de danos no DNA, atuando como supressores de tumores. Quando esses genes apresentam mutações hereditárias, diminui a eficácia na reparação do DNA, aumentando significativamente o risco de desenvolver certos tipos de câncer, especialmente câncer de mama e de ovário. Indivíduos com mutações nesses genes têm uma probabilidade muito maior de desenvolver câncer ao longo da vida em comparação com a população geral. Portanto, o conhecimento do status de mutação do BRCA1 e BRCA2 é importante para a avaliação de risco e para o planejamento de estratégias preventivas ou terapêuticas em indivíduos com alto risco de câncer.

efeitos do estrogênio ou progesterona; o HER2^x-positivo, tratado com terapias direcionadas que visam a proteína HER2; e o triplo-negativo, que não responde a terapias hormonais ou direcionadas a HER2, sendo frequentemente tratado com quimioterapia. O prognóstico varia amplamente com o subtipo: cânceres hormônio-dependentes geralmente têm um prognóstico mais favorável, enquanto os triplo-negativos são associados a uma progressão mais rápida e um prognóstico menos favorável. A identificação desses subtipos e a compreensão da genética subjacente, incluindo o papel dos genes BRCA, são fundamentais para personalizar o tratamento, maximizando a eficácia e melhorando as chances de sobrevivência para as pacientes.

A incidência do câncer de mama apresenta diferenças significativas entre gêneros. É muito mais prevalente em mulheres do que em homens. Essa disparidade deve-se principalmente à biologia mamária distinta e à influência dos hormônios sexuais femininos, que desempenham um papel crucial no desenvolvimento do tecido mamário e consequentemente na carcinogênese. Enquanto nas mulheres o câncer de mama é o tipo mais comum de câncer - representando uma porcentagem significativa dos diagnósticos de câncer em todo o mundo - nos homens é relativamente raro. A incidência em homens é muito menor: ocorre em menos de 1% de todos os casos de câncer de mama, e frequentemente está associada a fatores genéticos, como mutações nos genes BRCA1 e BRCA2, exposição a radiações, histórico familiar de câncer de mama e condições que elevam os níveis de estrogênio no corpo. Essa diferença de incidência sublinha a importância de estratégias de rastreio e conscientização adaptadas a cada gênero, que reconheçam as necessidades específicas e os fatores de risco associados ao câncer de mama em mulheres e homens.

A idade da paciente desempenha um papel significativo no diagnóstico e prognóstico do câncer de mama, especialmente em casos envolven-

X HER2 é a sigla para “*Human Epidermal Growth Factor Receptor 2*” (Receptor 2 do Fator de Crescimento Epidérmico Humano). Trata-se de uma proteína que pode ser encontrada na superfície das células e desempenha um papel importante no crescimento, divisão e reparo celular. Quando o gene HER2 sofre uma mutação ou há uma superexpressão da proteína, pode levar a um crescimento celular descontrolado, contribuindo para o desenvolvimento de certos tipos de câncer, incluindo o câncer de mama. O câncer de mama HER2-positivo é caracterizado pela presença de níveis anormalmente altos da proteína HER2 na superfície das células tumorais, o que está associado a um comportamento mais agressivo do tumor e um prognóstico menos favorável. A determinação do status de HER2 é crucial para o planejamento do tratamento, pois tumores HER2-positivos podem responder a terapias direcionadas que visam especificamente essa proteína, melhorando significativamente os resultados para os pacientes.

do mulheres jovens. Estudos^{1,2} indicam que o câncer de mama diagnosticado em mulheres mais jovens – geralmente com menos de 40 anos – tende a ser mais agressivo e com um prognóstico menos favorável em comparação com casos diagnosticados em idades mais avançadas. Essa agressividade pode ser parcialmente atribuída a diferenças biológicas nos tumores, que em mulheres jovens são mais propensos a serem de alto grau, possuir receptores hormonais negativos e exibir subtipos como o triplo-negativo, que não responde bem a terapias hormonais ou direcionadas.

Além disso, mutações genéticas hereditárias – como as dos genes BRCA1 e BRCA2 – têm uma prevalência mais alta entre jovens diagnosticadas com câncer de mama, contribuindo para o desenvolvimento de tumores mais agressivos. Esses fatores – combinados com a tendência de diagnóstico em estágios mais avançados devido à densidade do tecido mamário e à subestimação do risco pela juventude – destacam a necessidade de estratégias de rastreamento e abordagens terapêuticas adaptadas para melhorar o prognóstico em mulheres jovens que enfrentam essa doença desafiadora.

Incidência do Câncer de Mama

A incidência do câncer de mama em mulheres destaca-se como uma das maiores preocupações globais em saúde pública, conforme relatado pelo Instituto Nacional de Câncer (INCA). Com 2,3 milhões de casos novos – o que representa 11,7% de todos os diagnósticos de câncer no mundo – o câncer de mama feminino ocupa a posição de maior incidência entre todas as neoplasias. Essa estatística coloca o câncer de mama à frente de outros tipos comuns de câncer, como o de pulmão, que contabiliza 2,2 milhões de casos (11,4%), e o de cólon e reto, com 1,9 milhão de casos (10,0%). O câncer de próstata, com 1,4 milhão de casos (7,3%), e o câncer de pele não melanoma, com 1,2 milhão (6,2%), também são significativos, mas não superam a prevalência do câncer de mama³.

Segundo esse relato³, as taxas de incidência do câncer de mama feminino ocupam a maior posição tanto em países de alto IDH – com uma taxa de 55,9 por 100 mil mulheres – quanto em nações com baixo ou médio IDH, onde a taxa é de 29,7 por 100 mil. Essas estatísticas indicam que,

independentemente do desenvolvimento econômico e do acesso a recursos de saúde, o câncer de mama continua sendo o tipo mais incidente entre mulheres em todo o mundo, superando outros tipos comuns como câncer de pulmão, cólon e reto, próstata e pele não melanoma.

No Brasil, a projeção para o período de 2023 a 2025 indica uma incidência estimada de 704 mil novos casos de câncer. Esse número se reduz para 483 mil ao se excluir os casos de câncer de pele não melanoma, o tipo mais incidente com uma previsão de 220 mil novos casos (31,3%). Entre os demais tipos, o câncer de mama se destaca com uma estimativa de 74 mil novos casos (10,5%), seguido de perto pelo câncer de próstata, com 72 mil (10,2%), e pelos cânceres de cólon e reto, com 46 mil (6,5%), de pulmão, com 32 mil (4,6%), e de estômago, com 21 mil (3,1%). Essa distribuição evidencia a diversidade de tipos de câncer que afetam a população brasileira – ressaltando a importância de estratégias de saúde pública abrangentes para o rastreio e tratamento precoce – especialmente considerando a alta incidência do câncer de mama entre as mulheres brasileiras.

Para os homens brasileiros, os tipos de câncer mais frequentemente diagnosticados são: pele não melanoma, com 102 mil (29,9%) novos casos; próstata, com 72 mil (21,0%); cólon e reto, com 22 mil (6,4%); pulmão, com 18 mil (5,3%); estômago, com 13 mil (3,9%); e cavidade oral, com 11 mil (3,2%). Nas mulheres, espera-se que os cânceres de pele não melanoma liderem com 118 mil (32,7%) novos casos, seguidos pelo câncer de mama, com 74 mil (20,3%); cólon e reto, com 24 mil (6,5%); colo do útero, com 17 mil (4,7%); pulmão, com 15 mil (4,0%); e tireoide, com 14 mil (3,9%).

A análise dos dados de mortalidade por câncer de mama no Brasil entre 2003 e 2021 elaborados na Tabela 1 revela tendências importantes que merecem atenção. Durante esse período houve um aumento consistente no número de óbitos e na taxa bruta de mortalidade por essa doença entre a população feminina, refletindo desafios persistentes relativos à detecção precoce, acesso ao tratamento e eficácia terapêutica.

Inicialmente, em 2003, foram registrados 9.342 óbitos por câncer de mama, com uma taxa bruta de mortalidade de 10,17 por 100 mil mulheres e representando 3,55% do total de óbitos por câncer. Avançando para 2021, o número de óbitos aumentou para 18.139, com uma taxa bruta de 16,63

por 100 mil, e o percentual de óbitos por câncer de mama subiu para 6,89%. Esse aumento significativo no número de óbitos e na taxa de mortalidade ao longo dos anos sugere que – apesar dos avanços na conscientização e nos esforços de rastreio – ainda existem barreiras significativas ao diagnóstico precoce e ao tratamento efetivo do câncer de mama no Brasil.

Tabela 1. Total de Mortes por Câncer de Mama no Brasil (2003-2021) ¹ ; Faixa etária: 0 a 99+ ² ; Gênero: Feminino.			
Ano	Nº de Óbitos	Taxa Bruta ³	Percentual ⁴
2003	9.342	10,17	3,55
2004	9.789	10,52	3,72
2005	10.208	10,84	3,88
2006	10.834	11,38	4,12
2007	11.060	11,49	4,2
2008	11.813	12,14	4,49
2009	11.968	12,17	4,55
2010	12.705	13,05	4,83
2011	13.225	13,19	5,03
2012	13.591	13,43	5,16
2013	14.206	13,92	5,4
2014	14.622	14,2	5,56
2015	15.403	14,83	5,85
2016	16.069	15,34	6,11
2017	16.724	15,83	6,35
2018	17.572	16,5	6,68
2019	18.068	16,83	6,87
2020	17.825	16,47	6,77
2021	18.139	16,63	6,89
Fonte: Instituto Nacional do Câncer [Acesso em: 27/03/2024]. Disponível em: https://www.inca.gov.br/MortalidadeWeb/pages/Modelo10/consultar.xhtml#panelResultado			
Elaboração: Amanda Beni, ISC/UFMT.			

Observações:

1. A tabela apresenta o número total de mortes por câncer de mama em mulheres no Brasil, por ano, entre 2003 e 2021.
2. A faixa etária considerada é de 0 a 99 anos ou mais.
3. A taxa bruta de mortalidade é calculada por 100.000 mulheres.
4. O percentual representa a proporção de mortes por câncer de mama em relação ao total de mortes por todas as causas.

Um aspecto notável é a tendência ascendente – tanto no número absoluto de óbitos, quanto nas taxas de mortalidade – indicando que o câncer de mama continua a ser uma causa importante de mortalidade entre mulheres brasileiras. Isso reforça a necessidade de intensificar as estratégias para diagnosticar o câncer de mama o mais precocemente possível.

Importância do Diagnóstico Precoce

O diagnóstico precoce do câncer de mama é crucial para assegurar melhores resultados de tratamento e aumentar significativamente as chances de sobrevivência das pacientes. Quando o câncer é identificado em seus estágios iniciais, as opções de tratamento tendem a ser mais eficazes e menos invasivas, permitindo – em muitos casos – procedimentos que preservam a mama e reduzem a necessidade de terapias adjuvantes mais agressivas, como a quimioterapia intensiva. Essa fase inicial da doença é quando o câncer ainda está confinado à região mamária ou aos linfonodos próximos, o que facilita a sua remoção completa e limita o risco de recorrência.

A detecção precoce do câncer de mama não apenas salva vidas, aumentando as taxas de sobrevivência. Também contribui para a melhoria da qualidade de vida das pacientes. As mulheres diagnosticadas precocemente com câncer de mama têm uma probabilidade muito maior de cura

e de viverem muitos anos após o tratamento, comparadas àquelas cujo diagnóstico ocorre em estágios mais avançados. Além disso, o tratamento nos estágios iniciais é geralmente associado a um menor custo financeiro – tanto para as pacientes quanto para os sistemas de saúde – o que reduz o fardo econômico associado ao tratamento do câncer.

Crucialmente, a manutenção da indiferenciação celular permite que o tumor mantenha sua capacidade de crescimento e de renovação, dificultando o tratamento. Ao preservarem características indiferenciadas, as células tumorais evitam mecanismos de controle do ciclo celular e de morte programada, perpetuando a progressão do câncer. Essa dinâmica complexa – marcada pela indiferenciação, pelo aumento do metabolismo, pela anagênese e pela elevação da emissão de calor – ressalta a natureza agressiva e adaptativa do câncer de mama, o que salienta os desafios enfrentados na detecção e tratamento precoces da doença.

Programas de rastreamento – que incluem exames clínicos regulares nos serviços de saúde da família do Sistema Único de Saúde (SUS), mamografias regulares, termografia e campanhas de conscientização sobre a autoconsciência corporal – desempenham um papel crucial na promoção do diagnóstico precoce do câncer de mama.

Barreiras para o Diagnóstico Precoce

1. Dificuldades de Acesso

O diagnóstico precoce do câncer de mama é essencial para garantir o sucesso do tratamento, mas enfrenta obstáculos significativos, que vão desde questões individuais até desafios mais amplos do sistema de saúde. Entre as principais dificuldades está o acesso limitado aos serviços de saúde, especialmente para populações em áreas rurais ou de baixa renda, onde a escassez de instalações de saúde, os custos elevados dos exames e a falta de seguro de saúde podem dificultar o rastreamento regular. Adicionalmente, a conscientização e o conhecimento sobre o câncer de mama são frequentemente insuficientes, resultando em muitas mulheres que não estão cientes dos sinais e sintomas, nem da importância de se

submeter a exames de rastreamento periodicamente, subestimando seu próprio risco de desenvolver a doença.

Outro fator complicador é a densidade do tecido mamário, que pode ocultar a presença de tumores nas mamografias, o que exige métodos de diagnóstico mais avançados para uma detecção efetiva. Além disso, o medo e o estigma associados ao câncer de mama podem ser barreiras significativas, com algumas mulheres relutantes em buscar rastreamento devido ao temor do diagnóstico ou da experiência dolorosa dos exames, muitas vezes agravados por percepções culturais negativas ou experiências anteriores desfavoráveis com o sistema de saúde.

Falsos positivos e negativos representam desafios adicionais na mamografia. Falsos positivos podem levar à ansiedade, testes diagnósticos adicionais e procedimentos invasivos. Falsos negativos podem atrasar o diagnóstico e o tratamento do câncer de mama. Portanto, é imperativo que as mulheres discutam com seus médicos os benefícios e riscos da mamografia, considerando fatores individuais como história familiar, densidade do tecido mamário e outros fatores de risco para tomar uma decisão informada sobre a realização desse exame.

Adicionalmente, fatores logísticos constituem um obstáculo substancial ao rastreamento eficaz. A falta de tempo – resultante das responsabilidades familiares, compromissos de trabalho e/ou outras obrigações – bem como dificuldades para agendar exames, podem impedir que mulheres priorizem ou mesmo acessem serviços de rastreamento do câncer de mama. Essas barreiras, combinadas, destacam a complexidade do desafio de garantir que as mulheres participem de programas de rastreamento e requerem uma resposta holística e integrada.

2. Dificuldades das Equipes de Saúde

As equipes de saúde enfrentam múltiplos desafios que podem limitar sua eficácia no diagnóstico precoce do câncer de mama, que variam desde a formação e experiência profissional até as limitações das ferramentas de diagnóstico. A ausência de formação específica em oncologia mamária ou a falta de atualização pode dificultar a identificação de sinais sutis da doença, especialmente em estágios iniciais ou apre-

sentações não convencionais. Além disso, a diversidade nas manifestações clínicas do câncer de mama exige muito discernimento e adaptação às particularidades de cada caso. Esse é um desafio que é intensificado por fatores como sobrecarga de trabalho e tempo limitado para consultas detalhadas, o que aumenta o risco de avaliações superficiais e possivelmente inadequadas.

A dependência excessiva de resultados de ferramentas diagnósticas - como a mamografia - sem considerar suas limitações, juntamente com a falha na comunicação eficaz e coordenação entre as diversas especialidades médicas são fatores que podem levar a atrasos críticos no diagnóstico e tratamento. Isso é agravado por barreiras como o acesso restrito a recursos diagnósticos avançados em regiões menos desenvolvidas e a necessidade de permanecer atualizado sobre as diretrizes de prática clínica em um campo que evolui rapidamente. Vale salientar também a importância de uma abordagem de educação médica contínua.

Para superar esses obstáculos, é essencial que as políticas de saúde priorizem a formação contínua e especializada dos profissionais, promovam uma melhor integração entre as especialidades e facilitem o acesso a ferramentas diagnósticas avançadas. Ademais, enfatizar a importância de abordagens diagnósticas personalizadas pode contribuir significativamente para melhorar a detecção e o manejo do câncer de mama, permitindo intervenções mais oportunas e eficazes.

3. *Limitações do Rastreamento Precoce do Câncer de Mama com Mamografia*

A mamografia destaca-se como uma ferramenta diagnóstica fundamental para o rastreamento e a detecção precoce do câncer de mama, permitindo a identificação de anormalidades antes que se tornem palpáveis ou causem sintomas. Essa capacidade de detecção antecipada é essencial para um tratamento eficaz, aumentando significativamente as chances de sucesso. No entanto, apesar de seus claros benefícios, a mamografia apresenta limitações e contraindicações que necessitam ser consideradas antes de sua realização.

Um dos principais fatores que influenciam a recomendação da

mamografia é a idade da paciente. Em mulheres abaixo dos 40 anos, o tecido mamário frequentemente apresenta maior densidade, o que pode comprometer a clareza das imagens mamográficas e dificultar a detecção de anormalidades. Diante disso, outras técnicas de imagem – como ultrassonografia ou ressonância magnética – podem ser sugeridas para uma análise mais precisa. Além disso, durante a gravidez e a lactação as mudanças hormonais alteram a composição do tecido mamário, podendo afetar a precisão da mamografia e gerar preocupações relativas à exposição à radiação – mesmo que mínima – tanto para o feto quanto para o bebê.

Mulheres com implantes mamários e mulheres trans que passaram por cirurgias de aumento mamário enfrentam desafios específicos no rastreamento do câncer de mama com a mamografia. Ambos os grupos necessitam de técnicas adaptadas que permitam uma avaliação completa do tecido mamário, assegurando que possíveis anormalidades sejam identificadas eficazmente, apesar da presença de implantes. É essencial que os profissionais de saúde estejam cientes dessas necessidades especiais para garantir que todas as mulheres – incluindo as mulheres trans – recebam um cuidado preventivo adequado e personalizado, que contemple as particularidades de sua condição no contexto do rastreamento do câncer de mama. Reconhecer e abordar essas nuances é fundamental para promover a equidade e a eficácia na prevenção e no diagnóstico precoce do câncer de mama.

Estratégias de Prevenção Convencionais

As estratégias de prevenção convencionais consistem nos seguintes exames de imagens: Ressonância, USG de mama, tomografia computadorizada – com e sem contraste – a cintilografia óssea (em que é injetado no paciente o contraste) e o *Pet Scan*. Este último consiste na associação da tomografia computadorizada com a cintilografia óssea.

Cumprе salientar que com exceção da USG, os demais exames de imagem têm contraste, que possui contraindicação para pacientes com insuficiência renal crônica. A termografia não demanda contraste e o objetivo dela é captar a área de maior metabolismo. Ela não é contraindicada.

da nem mesmo para os pacientes com insuficiência renal crônica.

Então, ela é a estratégia que melhor atende aos requisitos de eficiência (menor preço e facilidade para disseminação no sistema de saúde) e eficácia (pela acurácia, sensibilidade e especificidade comprovada por estudos^{4, 5, 6, 7} para o SUS e mais confortável/gentil para as mulheres.

Estratégia de Prevenção Complementar: Termografia Assistida por Inteligência Artificial

Diante das limitações identificadas do rastreio precoce do câncer de mama com mamografia e das limitações das estratégias de prevenção convencionais, a busca por métodos alternativos de rastreamento do câncer de mama faz-se essencial. A termografia se apresenta como uma solução promissora nesse contexto, oferecendo uma abordagem não invasiva e sem radiação, que complementa as técnicas de imagem convencionais.

É especialmente útil para identificar variações de calor associadas à atividade tumoral, a termografia pode detectar precocemente sinais de câncer de mama sem as complicações apresentadas pela mamografia em certos grupos de pacientes. A introdução da termografia na sequência desta discussão visa explorar como essa tecnologia pode superar os desafios enfrentados por métodos tradicionais, enfatizando sua aplicabilidade como uma ferramenta de rastreamento complementar na detecção precoce do câncer de mama, abrindo novas perspectivas para a prevenção e o diagnóstico eficaz da doença.

O que é a Termografia?

A termografia é uma técnica de imagem diagnóstica que mede e mapeia padrões de calor na superfície do corpo, utilizando câmeras sensíveis à radiação infravermelha para detectar variações na temperatura da pele. Essas variações térmicas podem ser indicativas de diversas condições médicas, pois áreas do corpo afetadas por processos inflamatórios, circulatórios ou neoplásicos tendem a exibir temperaturas diferentes das áreas normais circundantes. No contexto do câncer de mama, a termo-

grafia pode identificar anomalias térmicas que sugerem a presença de tumores, uma vez que o crescimento tumoral pode aumentar o fluxo sanguíneo e o metabolismo celular na área afetada, elevando sua temperatura. Por ser não invasiva e livre de radiação, a termografia oferece uma abordagem complementar ao rastreio do câncer de mama, permitindo a detecção precoce de possíveis alterações antes mesmo da formação de tumores palpáveis ou visíveis por intermédio de métodos de imagem convencionais, como mamografias⁸.

Ela é um método diagnóstico que captura a distribuição de calor do corpo, oferecendo uma imagem termográfica baseada nas variações de temperatura. Esse processo é não invasivo e baseia-se no princípio de que processos metabólicos alterados – como os encontrados em tecidos tumorais – podem resultar em mudanças de temperatura detectáveis na superfície da pele. No contexto do câncer de mama, a termografia tem sido explorada como uma ferramenta potencial para detecção precoce, complementando métodos tradicionais como mamografia e exame físico⁹.

O referido método diagnóstico é também conhecido como imagem térmica. Trata-se de uma técnica de imagem diagnóstica que mede a irradiação infravermelha (calor) emitida pelo corpo, transformando-a em imagens visuais que representam a distribuição de temperatura na superfície da pele. Essa técnica é baseada no princípio de que diferentes condições fisiológicas e patológicas do corpo podem alterar o padrão de fluxo sanguíneo e consequentemente, a temperatura da pele. Tendo contemplado as informações introdutórias da termografia, abordamos sucintamente o protocolo.

Oliveira⁹ detalha um protocolo para a termografia. Seu estudo aborda preparações necessárias, condições ambientais e de pacientes, além da aquisição das imagens térmicas, incorporando práticas sugeridas por diversos autores, adaptadas para o contexto climático e as condições dos hospitais públicos do Nordeste do Brasil.

O protocolo inclui a adequação do ambiente onde as imagens térmicas serão realizadas, como o tamanho da sala, controle da temperatura e umidade, e minimização de interferências externas. Descreve a preparação do paciente antes do exame, como evitar exposições ao sol, trata-

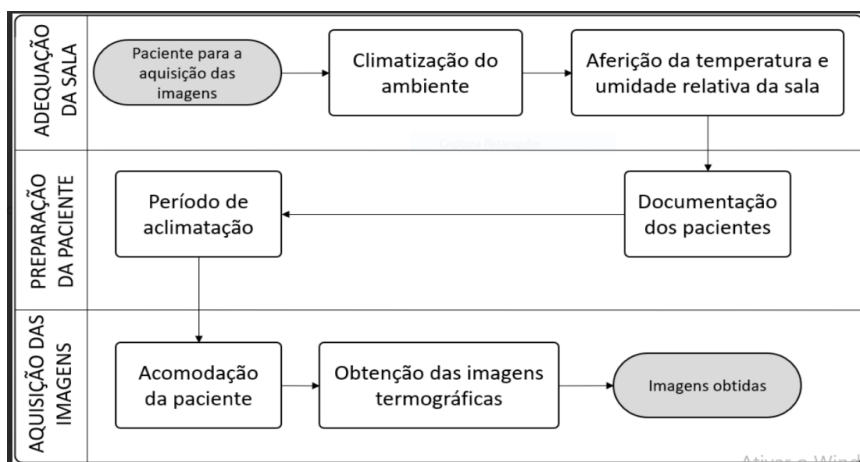
mentos na área a ser examinada, uso de loções, e instruções específicas sobre alimentação, exercícios e medicações.

Detalha o processo de aclimação do paciente ao ambiente de exame, a importância de responder a um formulário detalhando queixas e histórico médico, e as especificidades da captura de imagens, incluindo a calibração do equipamento e as técnicas para garantir imagens térmicas precisas. Discute diferentes métodos para a aquisição de imagens, como estático e dinâmico, e a relevância de uma boa prática na inicialização do sistema e na captura das imagens para maximizar a precisão diagnóstica.

Também menciona Oliveira⁹ a importância de sensibilidade e resolução na instrumentação diagnóstica, a calibração para a medição precisa da temperatura, e destaca a escolha das bandas espectrais para evitar interferências na imagem. Conclui com recomendações para a calibração de temperatura e cuidados para minimizar reflexos indesejados nas imagens, como a influência da luz solar e artificial.

Na Figura 1 a seguir é possível verificar uma síntese do referido protocolo da termografia.

Figura 1: Quadro síntese do protocolo da termografia.



Fonte: Adaptado de Oliveira⁹.

Quando realizada, uma câmera termográfica capta a radiação infravermelha que é emitida naturalmente pelo corpo, sem a necessidade de qualquer radiação ionizante (como raios X), tornando-a um método não invasivo e seguro. Essas câmeras são altamente sensíveis a pequenas variações de temperatura, capazes de detectar diferenças tão pequenas quanto $0,01^{\circ}\text{C}$. A informação captada é então convertida em imagens termográficas - também chamadas de termogramas - que apresentam um espectro de pseudocores correspondente às diferentes temperaturas registradas. Áreas mais quentes são geralmente indicadas por cores mais claras ou quentes (como vermelho ou amarelo), enquanto áreas mais frias são representadas por cores mais escuras ou frias (como azul ou verde).

A mesma pesquisa⁹ apresenta um aparato para a realização da termografia projetado, fabricado e montado no galpão da oficina Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com auxílio dos técnicos e engenheiros da oficina. Na Figura 2 abaixo pode-se visualizar o referido aparato para a realização da termografia.

Figura 2: Aparato Mecânico para Padronização da Aquisição de Imagens Termográficas de Mama.



Fonte: Oliveira ⁹.

Na prática clínica, a termografia é usada para auxiliar na detecção e diagnóstico de várias condições. No contexto do câncer de mama, por exemplo, a técnica pode identificar áreas de aumento anormal de temperatura na superfície da mama, sugerindo a presença de atividade tumoral. Isso ocorre porque os tumores cancerígenos podem promover o crescimento de novos vasos sanguíneos (um processo conhecido como angiogênese) para suprir suas necessidades de oxigênio e nutrientes, aumentando localmente o fluxo sanguíneo e, por conseguinte, a temperatura da pele sobrejacente. Dessa forma, a termografia pode oferecer pistas importantes para a presença de anormalidades, servindo como uma ferramenta complementar a outros métodos de diagnóstico, como a mamografia e a ultrassonografia.

Fundamental para interpretar as imagens termográficas e guiar as decisões clínicas subsequentes é a classificação Th (do inglês *Thermal*, Térmico em português), uma escala desenvolvida para categorizar os padrões de calor observados, conforme o *The Marseille risk assessment system for breast thermography* (Sistema de análise de risco para termografia de mama de Marselha, em português)¹⁰. Essa escala permite à equipe de saúde avaliar a presença e a gravidade de anormalidades térmicas, ajudando na identificação precoce de casos que requerem investigação adicional ou monitoramento.

As classificações Th referem-se a uma escala utilizada em termografia para categorizar os padrões de calor observados na superfície da pele, particularmente na avaliação da saúde da mama. Essa escala é uma ferramenta importante na interpretação dos termogramas, que permite aos profissionais de saúde identificarem potenciais anormalidades térmicas associadas a condições patológicas, como o câncer de mama. Embora possa haver variações específicas nas definições de cada categoria – dependendo dos protocolos de termografia utilizados – as classificações geralmente seguem um esquema comum que vai de Th I a Th V. A Tabela 2 mostra um resumo geral dessas categorias:

Tabela 2. Categorização Th das imagens das imagens termográficas conforme a análise de risco de Marseille para termografia de mama.

Categoria	Descrição
Th I (não-vascular normal)	Distribuição uniforme de temperatura sem áreas significativas de calor ou frio anormais. Padrões térmicos simétricos sem indicações de atividade vascular ou inflamatória suspeita.
Th II (vascular normal)	Variações térmicas ligeiramente anormais, mas ainda consideradas dentro de um espectro benigno. Pequenas assimetrias ou anomalias térmicas que não são tipicamente associadas a processos malignos.
Th III (suspeito)	Termogramas com áreas de calor ou padrões que levantam preocupações, mas não são conclusivos para um diagnóstico de malignidade. Necessidade de monitoramento contínuo ou investigações adicionais.
Th IV (anormal)	Presença de anormalidades térmicas significativas suspeitas de malignidade. Áreas localizadas de aumento de calor que sugerem aumento do fluxo sanguíneo e da atividade metabólica.
Th V (Severamente suspeitos)	Evidências claras e preocupantes de anormalidades térmicas, altamente indicativas de câncer. Padrões térmicos frequentemente associados a tumores ativos. Ação diagnóstica e terapêutica imediata pode ser necessária.

Fonte: Elaborada pelos autores.

É importante notar que a termografia – embora útil como uma ferramenta de triagem e complementar a outras modalidades de imagem – não substitui métodos diagnósticos como mamografias ou biópsias. A classificação Th fornece uma estrutura valiosa para a avaliação inicial e o seguimento de potenciais alterações mamárias, mas os resultados sempre devem ser interpretados no contexto de uma avaliação clínica completa, incluindo a história médica do paciente, exame físico e, se necessário, investigações adicionais para um diagnóstico preciso.

A formação de um tumor maligno de mama envolve um conjunto complexo de transformações celulares. Processos como a indiferenciação, o aumento do metabolismo, a anagênese e a elevação da emissão de calor, particularmente em decorrência de mitoses atípicas, desempenham papéis determinantes.

Essas transformações alteram profundamente a natureza das células envolvidas, promovendo o desenvolvimento e a progressão do câncer de forma mais agressiva.

Inicialmente, as células mamárias sofrem mutações que desencadeiam um processo de indiferenciação, revertendo para um estado mais primitivo e menos especializado. Este estado de indiferenciação celular é caracterizado pela perda das funções específicas das células mamárias normais, permitindo que as células cancerígenas adquiram capacidades proliferativas descontroladas. Paralelamente, ocorre um aumento significativo do metabolismo dessas células indiferenciadas. Esse aumento do metabolismo é essencial para sustentar o rápido crescimento celular, demandando uma maior ingestão de nutrientes e produzindo mais resíduos, incluindo um volume elevado de calor.

A anagênese, ou a evolução progressiva das células tumorais, facilita a acumulação de mutações adicionais, promovendo a heterogeneidade dentro do tumor e permitindo que subpopulações de células adquiram vantagens adaptativas, como a capacidade de invadir tecidos adjacentes ou de formar metástases. Esse processo é acompanhado por uma elevação na emissão de calor, resultado direto das mitoses atípicas e da atividade metabólica intensa. A termografia pode detectar este aumento de calor, servindo como um indicador potencial da presença de atividade tumoral. Ela está sendo cada vez mais explorada como uma técnica complementar de imagem para a detecção precoce de lesões, conforme estudos recentes ^{4, 5, 6, 7}.

Além de utilizarem a termografia, esses estudos contribuem para a literatura ao desenvolver e testar metodologias inovadoras que utilizam técnicas avançadas de processamento de imagens e aprendizagem de máquina para o diagnóstico de câncer de mama. Eles ressaltam a importância de abordagens computacionais na melhoria da precisão diagnós-

tica, oferecendo suporte significativo na decisão clínica e tratamento do câncer de mama.

Inteligência Artificial

Considerando a subjetividade atrelada à inspeção visual das imagens para rastreamento do câncer de mama, combinada com a ausência de massa crítica especializada, a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na análise de imagens termográficas representou um avanço significativo, permitindo uma interpretação mais precisa e detalhada dos dados. A IA pode identificar padrões sutis de alterações térmicas que podem ser indicativos de neoplasias em estágios iniciais, onde o tratamento é mais eficaz e menos invasivo.

A introdução da IA na análise de imagens termográficas e mamográficas tem revolucionado a interpretação dos dados no diagnóstico médico, com um impacto notável na detecção precoce do câncer de mama. Anteriormente, tanto a termografia quanto a mamografia dependiam substancialmente do julgamento clínico e da experiência do especialista para interpretar as imagens, o que poderia resultar em variações significativas entre os observadores e, conseqüentemente, na limitação da eficácia desses métodos devido à subjetividade. No entanto, com a aplicação da IA, tornou-se possível analisar grandes volumes de dados com um nível de consistência e precisão que supera as capacidades humanas. Algoritmos de aprendizado de máquina - treinados em vastos conjuntos de dados de imagens - são capazes de identificar padrões complexos e sutis, tanto em termogramas quanto em mamogramas, que podem sinalizar a presença de atividade tumoral nos estágios iniciais, quando as alterações são mínimas. Esta capacidade de detectar sinais precoces de câncer, que poderiam ser facilmente ignorados em uma análise manual, destaca o potencial transformador da IA na melhoria dos processos de diagnóstico e tratamento do câncer de mama.

Além disso, a habilidade da IA em identificar esses padrões sutis de alterações térmicas permite uma detecção precoce de neoplasias, o que é crucial para um prognóstico favorável no câncer de mama. O

tratamento iniciado nos estágios iniciais da doença é frequentemente mais eficaz e menos invasivo, aumentando significativamente as taxas de sobrevida e reduzindo a necessidade de terapias agressivas, como a quimioterapia extensiva ou mastectomias radicais. Portanto, a aplicação de IA na análise de termografia não apenas melhora a precisão diagnóstica, mas também tem um impacto direto na gestão clínica dos pacientes, possibilitando abordagens terapêuticas mais personalizadas e orientadas pela detecção precoce de câncer. Essa evolução representa um avanço significativo no campo da oncologia, promovendo uma mudança paradigmática em direção a um diagnóstico mais preciso, precoce e personalizado do câncer de mama. Sabidos que, no sistema de saúde público, as filas para aguardar diagnóstico conclusivo e iniciar tratamento adequado para o câncer de mama é um dilema enfrentado pela gestão e pelas pacientes, a possibilidade de se incorporar a IA as técnicas de detecção precoce se apresentam como esperança realista para ampliação do cuidado à saúde.

Outra contribuição da aplicabilidade da termografia com inteligência artificial no manejo do câncer de mama, é a possibilidade de realizar triagens populacionais com objetivos de prevenção. O estudo de Wang et al. apresenta uma proposta de triagem pré-clínica de câncer de mama usando termografia infravermelha e inteligência artificial¹¹. O estudo relata que a precisão da técnica, foi elevada em populações com diferentes características demográficas e menos dependentes de interpretações manuais, demonstrando que este modelo pode melhorar a triagem pré-clínica assim melhorando o sistema de diagnóstico precoce e tratamento imediato do câncer de mama.

Agradecimentos:

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq) pelo auxílio à pesquisa “Mamo.IA: Desenvolvimento de uma Plataforma de Inteligência Artificial para o Diagnóstico Precoce do Câncer de Mama com Ênfase em Mamografia, Imuno-Histoquímica e Termografia”, processo 445896/2023-0.

À bacharel em Saúde Coletiva (UFMT) Amanda Beni pela elaboração da tabela 1.

Referências

1. Mairink APAR, et al. Vivência de Mulheres Jovens diante da Neoplasia Mamária. *Rev Bras Cancerol* [internet]. 2020 [acesso em 20 out 2024]; 66(4): e-031059. Disponível em: <https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/1059/741>
2. Amador FJAL, Lima CG. Câncer de mama em mulheres jovens: diagnóstico e tratamento. *Revista Multidisciplinar do Sertão (RMS)*. 2022; 4(4): 401-409.
3. Ministério da Saúde (BR). Instituto Nacional de Câncer (INCA). Estimativa 2023-2025: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA; 2022.
4. Santana MA, et al. Diagnóstico de câncer de mama baseado em termografia mamária e máquinas de aprendizagem extrema. *Research on Biomedical Engineering*. 2018; 34:45-53.
5. Barbosa VAF, et al. Deep-Wavelets e redes neurais convolucionais para apoiar o diagnóstico de câncer de mama em imagens termográficas. *Computer Methods In Biomechanics And Biomedical Engineering-Imaging And Visualization*. 2023; 3: 895-913.
6. Silva ALR, et al. Features selection study for breast cancer diagnosis using thermographic images, genetic algorithms, and particle swarm optimization. *International Journal of Artificial Intelligence and Machine Learning (IJAIML)*. 2021; 11(2):1-18.
7. Pereira JMS, et al. Feature selection based on dialectics to support breast cancer diagnosis using thermographic images. *Research on Biomedical Engineering*. 2021; 37: 485-506.
8. Etehadtavakol M, NG EYK. Breast Thermography as a Potential Non-Contact Method in the Early Detection of Cancer: A Review. *J Mech Med Biol* [internet]. 2013; 13 (2): 1330001. DOI: 10.1142/S0219519413300019.
9. Oliveira MM. Desenvolvimento de protocolo e construção de um aparato mecânico para padronização da aquisição de imagens termográficas de mama [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2012.
10. Gautherie M, Gros CM. Breast Thermography and Cancer Risk Prediction. *Cancer* [internet]. 1980 [acesso em 26 mar 2024]; 45 [S1]:51-56. Disponível em: <https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cncr.2820450110>.

11. Wang X, et al. Breast cancer pre-clinical screening using infrared thermography and artificial intelligence: a prospective, multicentre, diagnostic accuracy cohort study. *International Journal of Surgery (IJS)*. 2023; 109(10): 3021-3031.

Tecnologias na Educação a Distância: formação permanente na saúde

Maria Thereza Bonilha Dubugras¹

Introdução

Segundo o antropólogo Thomas Hylland Eriksen¹ o século XXI não começou em 2001, como se convencionava, e sim, em 1991, quando três fatos históricos transformaram a geopolítica e a sociedade mundiais: o fim da Guerra Fria, a dissolução da Iugoslávia e o início do comércio por uma nova tecnologia: a Internet.

A Internet superou as barreiras do tempo e do espaço, mudou a economia, o mundo do trabalho, as comunicações, a cultura e até as relações humanas. Ela abriu espaço para as outras tecnologias de informação e de comunicação (NTIC), sendo o fundamento da denominada revolução da informação – ou terceira revolução industrial – quando a eletrônica tornou moderna a indústria, criando a “fábrica inteligente”. Eriksen afirmou que marcar o início do século com a popularidade da Internet é interessante, pois “gera um presente mais ambíguo e um futuro mais aberto” (p.12)¹.

Por volta de 2011, a associação entre as novas tecnologias digitais – como a Internet das coisas (IoT) e *Big Data* – com os grandes equipamentos industriais provocou mais uma quebra de paradigma, nomeada pelo engenheiro e economista Klaus Schwab² de Quarta Revolução In-

¹ Doutora (2011) e mestre (2004) em Ciências da Saúde pela Escola Paulista de Medicina (EPM/UNIFESP), médica-veterinária formada na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, (1990). Especialista em Gestão da Inovação (2020) pelo Instituto Butantan, em Design Instrucional de cursos online (2018) pela Universidade Federal de Itajubá, em Comunicação em Saúde (2000) pela EPM/UNIFESP e em Divulgação Científica (1994) pela Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo. Atualmente é Pesquisadora Científica do Instituto de Saúde (IS-SSES/SP), realizando estudos nas áreas de comunicação e educação em saúde. E-mail: maria.thereza@isaude.sp.gov.br

dustrial, a revolução ciberfísica caracterizada pela fusão entre o mundo físico, digital e biológico.

Finalmente mais um acontecimento desequilibrou os países, acelerando a entrada de pessoas no mundo virtual: a pandemia de Covid-19. As novas tecnologias foram o sustentáculo para tornar possível o isolamento e a adoção de distâncias físicas necessários para a prevenção e controle da infecção, assim como a execução de pesquisas científicas sobre o problema e as trocas de informações com rapidez.

Transformou-se o mundo e se está transformado por ele. Criou-se instrumentos que realizam tarefas mais rapidamente e ainda assim (ou por isso) gerou-se impaciência e ansiedade. A revolução produziu recursos para a comunicação de pronto em todo mundo, mas se está fechado em pequenos grupos.

Este capítulo pretende discutir as mudanças provocadas pela revolução ciberfísica na nossa forma de produzir novos conhecimentos, bem como a potência da educação a distância para a formação e educação permanente de profissionais da área da saúde.

***Dies Irae*,^{II,3} o espírito do nosso tempo**

A formação de novos profissionais da área de saúde deve utilizar como referência os princípios e diretrizes do Sistema Único de Saúde (SUS), ao preparar os futuros profissionais para atuar na promoção da saúde e na melhoria da qualidade de vida da população, porém, enfatiza-se que o modelo universitário atual, “com práticas de ensino tradicionais, distancia o conhecimento do aluno das reais necessidades do processo saúde-doença da população” (p.307)⁴.

Com relação às atividades de preparação de profissionais, o Ministério da Saúde define a Educação Permanente em Saúde (EPS), como

II *Dies Irae*” (latim eclesiástico; *di.es i.re*; dia de ira) é um hino medieval cujo autor pode ter sido o frade, poeta e escritor, Tomás de Celano dos Franciscanos (1200-1265) ou o Cardeal Malabranca Orsini (falecido em 1294) (*Dies irae* - [Wikipedia](#) apud Herbermann, 2013)³. A peça “*Dies Irae*”, composta por Giuseppe Verdi, em 1874, faz parte da “Missa de Requiem”. Nas suas obras, a expressão faz alusão ao Juízo Final, conforme descrito na tradição cristã. No presente capítulo, a expressão é utilizada para representar a fragmentação social que está ocorrendo no século XXI, relacionada à polaridade política e às transformações advindas da implementação das novas tecnologias de informação e de comunicação.

processos formativos em que se realiza a “agregação entre aprendizado, reflexão crítica sobre o trabalho e resolatividade da clínica e da saúde coletiva”⁵. Desse modo, a Educação Permanente em Saúde deve desenvolver conhecimentos e habilidades para a avaliação da realidade.

Considerando que a Educação Permanente é o conceito pedagógico, no setor da saúde, para efetuar relações orgânicas entre ensino e as ações e serviços e entre docência e atenção à saúde, sendo ampliado, na Reforma Sanitária Brasileira, para as relações entre formação e gestão setorial, desenvolvimento institucional e controle social em saúde; aprendizagem no trabalho, onde o aprender e o ensinar se incorporam ao cotidiano das organizações e ao trabalho⁵.

Para avaliar o modo como a EaD contribui para o aprimoramento da formação profissional na área da saúde é necessário primeiro entender a época em que se vive em relação ao acesso à informação e ao tipo de recursos que estão sendo criados.

A quarta revolução industrial é um evento “diferente de qualquer coisa que a humanidade já experimentou antes” (p.7)². Ímpar pela rapidez com que as inovações são criadas em diferentes áreas.

Ainda temos que compreender plenamente a velocidade e a amplitude dessa nova revolução. Considere as possibilidades ilimitadas de ter bilhões de pessoas conectadas por dispositivos móveis, dando origem a um poder, sem precedente, de processamento, de capacidade de armazenamento e de acesso ao conhecimento. Ou pense na impressionante confluência de avanços tecnológicos emergentes, abrangendo campos amplos como inteligência artificial (IA), robótica, Internet das coisas (IoT), veículos autônomos, impressão 3D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência de materiais, armazenamento de energia e computação quântica, para citar alguns (p.7)².

As tecnologias digitais ampliaram a capacidade dos sistemas de armazenar dados, analisá-los e de produzir informações. A integração mundial foi igualmente favorecida. A produção científica aumentou em volume e se tornou mais veloz nas diversas áreas, incluindo a da saúde.

Novos modelos de negócios e profissões estão sendo criados, enquanto empresas e funções são consideradas obsoletas. O desenvolvimento tecnológico está acontecendo em um ritmo exponencial, não linear. As inovações geram e amplificam-se umas às outras¹. Nesse mundo novo, as barreiras tradicionais do tempo e do espaço foram quebradas.

A mudança em questão é a nova irrelevância do espaço, disfarçada de aniquilação do tempo. No universo do *software*, da viagem à velocidade da luz, o espaço pode ser atravessado, literalmente, em “tempo nenhum”; cancela-se a diferença entre “longe” e “aqui” (p. 148-149)⁵.

No início da era digital, Pierre Lévy ⁶ vislumbrou a formação de “Ágoras virtuais”, espaços de análise de problemas e de tomada de decisões de forma coletiva.

O uso socialmente mais rico da informática comunicacional consiste, sem dúvida, em fornecer aos grupos humanos os meios de reunir suas forças mentais para constituir coletivos inteligentes e dar vida a uma democracia em tempo real (p.62)⁶.

De outro lado, Eriksen observou que vivia-se nesse momento “um mundo de tensões e fricções intensificadas”, em que “as teias de conectividade são mais quentes, mais rápidas e mais densas do que em qualquer período anterior, com repercussões praticamente em todo o lado” (p.13)⁷. No cenário contemporâneo, essa percepção parece continuar válida (p.62)⁷.

Em 2019, Iyengar *et al.*⁸ identificaram que o conflito entre as pessoas por questões políticas atingiu graus recordes nos Estados Unidos da América (EUA), caracterizando o aumento da polaridade afetiva (a tendência de que os indivíduos que adotam um partido político tenham uma percepção negativa das pessoas que adotam outra opção, podendo se negar a manter contato com elas). As redes sociais tornaram-se espaços para disputas e trocas de agressões.

As Ágoras virtuais imaginadas por Lévy⁹ não se concretizaram. Em seu lugar, estamos isolados em bolhas de filtro^{III, 10, 11}. A sociedade está fragmentada, com as desavenças entre os grupos sendo divulgadas (e talvez, amplificadas) pelas redes sociais. O debate de ideias está prejudicado.

O espírito do nosso tempo, o *Zeitgeist*,^{IV, 12, 13} é o da transformação, da velocidade, da automação, da personalização, do segredo dos algoritmos, da fusão entre o virtual e o real, acrescido de ira, polaridade, oposição entre as pessoas. A comunicação é rápida, sem barreiras, por meio de imagens e de sons. Os recursos tecnológicos propõem o trabalho colaborativo, porém as pessoas estão isoladas, ou fechadas em grupo, o tempo é de fúria.

As tecnologias causam encantamento, porém, ao um tempo, nas redes sociais, no jornalismo e no entretenimento, o público busca o real. A sociedade quer um “indivíduo comum” contando as notícias, como faz um amigo, e vendendo produtos. Mais interessante que atores em ficções, parece ser assistir “não atores” reais mostrando suas vidas “reais” nas mídias sociais. A imprensa tradicional perde espaço, para pessoas sem formação técnica.

Os instrumentos digitais, plataformas de redes sociais e tecnologias de IA alteraram significativamente nossa interação com a informação. Com os *smartphones*, os aparelhos estão “na palma da mão”. Pesquisa-se e compartilha-se informações de pronto, não se precisa mais memorizar dados. Os fluxos de trabalho foram simplificados¹⁴. Com a IA, não se precisa mais analisar e sintetizar informações. Tampouco escrever os textos, combinando palavras, com nosso estilo, desenhado à mão ou com *softwares*. As máquinas aprenderam a escrever textos, criar ilustrações, editar vídeos. Se elas tornam fáceis nossas tarefas, será que se perde alguma habilidade cognitiva?

III Segundo Pariser¹⁰, os sistemas de recomendação de conteúdo, criados por corporações, como Google, Facebook e Amazon, têm potencial de isolar as pessoas de pontos de vista diferentes dos seus e/ou de certos conteúdos. Através da modelagem de dados e da aplicação de algoritmos, os sistemas de recomendação tentam prever o conteúdo que o usuário gosta de acessar, analisando seu comportamento nas plataformas, tendendo a recomendar conteúdos semelhantes aos que a pessoa costuma acessar¹¹.

IV O *Zeitgeist* (em alemão, *zeit*, tempo ou curso de eventos, *geist*, espírito, essência ou alma) é a ambiência cultural e intelectual de um povo, em determinada época. É um elemento de união entre o passado e o presente. Esse conceito foi criado por Johann Gottfried Herder, em 1769. Hegel deu popularidade ao conceito no livro “Filosofia da História”, de 1780. Para Hegel¹², espírito do tempo direciona a história, dá o rumo dos acontecimentos. É possível identificar o *Zeitgeist* em detalhes do cotidiano, como, por exemplo, nas cores da moda, em grandes fatos como nas revoluções históricas¹³.

Há tempos os educadores alertam para o dano de novas tecnologias estimularem uma geração de pessoas que se distraem facilmente¹⁵, pois o mundo está cheio de estímulos. Com as tecnologias, as pessoas conseguem fazer várias atividades ao mesmo tempo, entretanto, cada vez mais as não conseguem resistir a estímulos externos e de manter a concentração em única tarefa¹⁶.

Firth *et al.*¹⁷ analisaram os efeitos do mundo *online* de constante incentivo a uma atenção dividida entre múltiplas fontes de mídias: (a) nas nossas capacidades de atenção; (b) nos nossos processos de memória (as formas como se recupera, armazena e valoriza-se o conhecimento); e (c) nossa cognição social, em ambiências sociais *online* que mimetizam os processos sociais reais. Os resultados sugerem que a Internet pode produzir alterações agudas e sustentadas em cada uma dessas áreas da cognição, e que podem causar alterações cerebrais. Essas mudanças devem ser consideradas quando as formações são planejadas¹⁷.

O contexto socioeconômico exige desempenho cada vez mais elevado. Os profissionais precisam de aprimoramento permanente, em relação ao conteúdo técnico e científico da sua área, cuja produção está cada vez mais veloz, assim como acerca das novidades tecnológicas, cada vez mais manifestas nas diversas áreas.

Antes da revolução tecnológica já existiam discussões sobre a necessidade de mudanças nos métodos e nas técnicas aplicados na educação profissional (graduação, pós-graduação e outros), visto que o modelo tradicional de ensino era (e continua sendo) predominante. Será que o ensino tradicional, em que o professor apresenta todas as informações, em aulas com duração, por exemplo, de quatro horas, consegue despertar e manter o interesse dos alunos? Quais são as práticas docentes e métodos mais adequados?

A literatura frisa a importância de serem adotados métodos educacionais que desenvolvam habilidades de análise e de resolução de problemas, que promovam o trabalho colaborativo e o aprendizado ao longo da vida. A educação a distância *online* apresenta princípios e estratégias que podem atender a essas demandas.

Histórias da Educação a Distância

As tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem. Elas se entrelaçam com o cotidiano até que se tornam indistinguíveis dele (p.19)¹⁸.

Em 20 de março de 1728, uma propaganda no *Boston Gazette* anunciava uma novidade: um curso de taquigrafia realizado por correspondência. Segundo o criador dessa formação, professor Caleb Philipps, daquele momento em diante, qualquer pessoa poderia “aprender essa Arte”, mesmo morando em outra cidade¹⁹. Assim nasceu a Educação a Distância^{20,21}. Na América Colonial, o modelo de curso criado por Philipps deve ter sido extraordinário para muitas pessoas que queriam estudar.

[...] qualquer pessoa neste país, desejosa de aprender esta Arte, pode, ao receber várias lições enviadas semanalmente, ser perfeitamente instruída, como aqueles que moram em Boston. Anúncio no *Boston Gazette* ²².

Três séculos depois do curso por correspondência de Philipps, a possibilidade de se fazer um curso sem precisar estar fisicamente na instituição de ensino em determinado momento ainda é uma vantagem para muitas pessoas. Entretanto, agora esse é apenas um dos pontos positivos da EaD, pois, com o advento das tecnologias digitais, o aprendizado pode acontecer em um tipo de sala de aula sem existência concreta, o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), onde existem recursos para os participantes interagirem, para a recriação de realidades, para a experimentação, em um processo dinâmico.

A educação a distância *online* é definida como uma modalidade educacional, por meio de tecnologias, em que “professor e alunos estão separados”, no espaço e/ou no tempo²³, trata-se de uma “ação sistemática de uso das tecnologias que abrangem hipertexto e redes de comunicação interativa, para a distribuição de conteúdo educacional”(p.47)²⁴. Um curso pode ser feito totalmente a distância ou híbrido, forma que une aulas sob presença e remotas, integrando os aspectos fortes de cada uma delas. Adicionalmente, cursos sob presença podem se beneficiar ao realizar atividades *online*.

A história da EaD pode ser dividida em cinco gerações. Na primeira, iniciada no século XVIII foram criados os primeiros cursos por correspondência. Em 1921, a Universidade de Salt Lake City foi autorizada a ministrar cursos por transmissão radiofônica²³.

Existem registros de cursos a distância no Brasil desde a década de 1920. Nessa primeira fase, predominaram os cursos a distância supletivos e profissionalizantes. As maiores instituições que promoveram esses cursos foram o Instituto Monitor (fundado em 1939) e o Instituto Universal Brasileiro (fundado em 1941). Parte expressiva do público tinha uma percepção preconceituosa a respeito dessas formações²⁵.

O que diferencia o Brasil de outros países é que, aqui, a Educação a Distância ficou por muito tempo restrita a iniciativas de educação supletiva ou de formação profissional de nível básico. Por muito tempo vigorou uma falsa crença de que não se poderia fazer ensino regular a distância (p.2)²⁵.

Considera-se que a segunda geração da EaD começou na década de 1960, em razão de transformações ocorridas nos modelos econômicos e educacionais, pelo advento da revolução tecnológica. As aulas dos cursos eram transmitidas pelo rádio e pela televisão. Adicionalmente, as instituições de ensino utilizavam as fitas de áudio e o telefone, como meios para o envio de conteúdos educativos²⁶. Nessa época, ocorreu a institui-se o sistema EaD nos ensinos médio e superior, primeiro na Europa e depois, no mundo^{27,28}. Em 1969, foi fundada a Open University, em Londres, que se tornou uma referência, uma vez que atendeu a um número grande de estudantes, com alta qualidade²⁹. Foram elaborados novos métodos, levando à criação de diferentes modelos de EaD. O modelo de universidade aberta chegou igualmente à Espanha e à Venezuela.

[...] criação das universidades abertas de educação a distância, influenciadas pelo modelo da Open University, fundada em 1969. Essas universidades abertas utilizaram intensamente mídias como rádio, televisão, vídeos, fitas cassete e centro de estudos, realizando diversas experiências pedagógicas [...] (p.5)²⁹.

No Brasil, foi ao ar em 4 de outubro de 1970, o Projeto Minerva, Curso Supletivo, com aulas transmitidas pelo rádio, leitura de fascículos e encontros em radiopostos, com a participação de monitores. O planejamento do governo pretendia alcançar uma audiência em massa. As emissoras radiofônicas, públicas e privadas, veiculavam o programa de modo obrigatório, a finalidade era “construir uma ideia de conexão, pela forma simultânea e uniforme por meio das quais aconteciam as transmissões das aulas” (p.73)³⁰.

Além do Projeto Minerva, foram criados outros cursos a distância. Existia na época o Programa Nacional de Tecnologias Educacionais; o Projeto Feplan, no Rio Grande do Sul; o Irdeb, na Bahia; o Projeto Saci, no Rio Grande do Norte. Adicionalmente havia cursos transmitidos pela TV Escola de São Luís do Maranhão, pela TV Universitária de Recife, pela TVE do Rio de Janeiro e pela TV Cultura de São Paulo. Mugnol³¹ aponta vários fatores para a suspensão desses projetos, entre eles: a ausência da avaliação da gerência dos projetos e dos resultados, ausência de planejamento da continuidade dos cursos, existência de projetos desvinculados da realidade, baixo desenvolvimento tecnológico, falta de conhecimento das características e dos possibilidades da EaD, administração realizada por pessoas sem a necessária qualificação para as funções.

A terceira geração da EaD, na década de 1990, começou com a utilização de novas tecnologias de informação e de comunicação da época: videotexto, microcomputador, tecnologia multimídia, hipertexto e as redes de computadores, originando a educação a distância *online*²³. Um fator importante foi o desenvolvimento da fibra ótica (final da década de 1980), que tornou possível a transmissão “ao vivo”, em tempo real³².

Em 1995, foi criada a Secretaria de Educação a Distância (SEED), com programas de EaD para a formação de professores: TV Escola, Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo), Programa de Apoio à Pesquisa em Educação a Distância (Papéd), Programa de Formação de Professores em Exercício (Proformação) e, mais recentemente, a Rádio Escola³³. Desde o final da década de 1990, a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) dispõe conteúdos *online* para os alunos do curso de medicina e outros cursos da área da saúde³².

A quarta geração da EaD foi marcada pela pluralidade tecnológica. Graças à Internet e às transmissões em banda larga, os cursos empregavam diversas estratégias, como a organização de grupos online, a interação por vídeo, por *chat* e por fóruns. O aprendiz interagiu com a máquina que geria automaticamente o aprendizado³².

Atualmente estamos na quinta geração, em que as plataformas de ensino têm mais maleabilidade e interatividade, favorecendo o desenvolvimento de cursos menos lineares, como por exemplo, os *Massive Open Online Courses* (MOOC)³⁴, e podem utilizar a IA e a realidade virtual.

Planejamento de cursos *online*

Segundo Branch e Dousay³⁵, a literatura sugere que o aprendizado *online* eficaz é o resultado de um planejamento bem feito. A importância do planejamento está expressa no conceito de Moore e Kearsley (p.2)³⁶:

Educação a distância é o aprendizado planejado que ocorre normalmente em um lugar diferente do local do ensino, exigindo técnicas especiais de criação do curso e de instrução, comunicação por meio de várias tecnologias e disposições organizacionais e administrativas especiais ^{36,p.2}.

Smith e Ragan³⁷ definem *design* de instrução (*instructional design*) como o processo de planejamento sistemático e de tradução de princípios de aprendizado na preparação de atividades educativas, tendo em vista o contexto do curso a ser realizado.

A teoria do *design* de instrução é sugerir os melhores métodos para desenvolver o aprendizado e aquisição de habilidades. Existem teorias e práticas de *design* de instrução direcionadas tanto para a educação sob presença como para a modalidade a distância.

A utilização da expressão *design* de instrução foi iniciada na época da Segunda Guerra Mundial, quando psicólogos elaboraram materiais de treinamento para o exército dos Estados Unidos da América³⁸.

A palavra *design* foi criada a partir do verbo latino *designare*, cujo sentido é traçar, planejar³⁹. O termo *instructional* faz referência ao concei-

to de instrução, definido por Smith e Ragan tornar fácil de modo intencional o aprendizado⁴⁰.

Filatro⁴¹ traduziu a expressão *instructional design* como *design* instrucional, conceituando-a como a “ação intencional e sistemática de ensino que envolve o planejamento, desenvolvimento, execução e a avaliação de métodos, técnicas, atividades, materiais, eventos e produtos educacionais” (p.3).

Ao se referir à educação a distância, Mattar prefere a expressão “*design* educacional”, para definir a área de planejamento e de desenvolvimento de “projetos pedagógicos, materiais educacionais, ambientes colaborativos, atividades interativas e modelos de avaliação para o processo de ensino e aprendizagem” (p.19)⁴².

No Brasil, alguns autores criticam o uso da expressão *design* instrucional, por acreditarem que faz menção à educação tradicional, centrada no ensino, o que não é a proposta dos teóricos da área. Entretanto, Reigeluth *et al.*,⁴³ identificam desde o início das teorias do *design* instrucional diferentes referências para promover o aprendizado e o desenvolvimento humano.

O *designer* instrucional é o profissional responsável pela coordenação do processo de *design* instrucional de projetos educacionais sob presença ou *online*. Além desse especialista, as estratégias e os métodos do *design* instrucional podem ser usados por outros profissionais como coordenadores, professores e desenvolvedores de materiais didáticos.

O ideal é que as etapas de planejamento, desenvolvimento, aplicação e avaliação de cursos *online* sejam realizadas por uma equipe multidisciplinar, reunindo especialista no tema do curso, o *designer* instrucional, educadores, profissionais de tecnologia de informação, coordenadores, professores conteudistas, tutores a distância, revisores de texto, *designers* gráficos, entre outros.

Um curso *online* pode apresentar um *design* instrucional fixo, sob contexto ou aberto, de acordo com a maleabilidade da estrutura, grau de automação dos processos e necessidade de personalização.

No *design* instrucional fixo, a definição de recursos didáticos utilizados no curso e a produção dos materiais são totalmente realizados antes do início do curso, sem previsão de modificações posteriores. Cursos

de *design* fixo com frequência são aqueles que utilizam soluções educacionais autodirigidas, isto é, recursos que permitem que o aprendiz realize as atividades e tarefas sem necessariamente ter orientações de tutores. Por exemplo, responder um questionário de múltipla escolha, com um sistema de *feedback* automático que avisa se o aprendiz acertou ou errou ao responder uma pergunta⁴¹.

Em geral, não são feitas personalizações das atividades de cursos com *design* fixo, entretanto não é impossível. Na construção, podem ser usadas regras condicionais que personalizam o curso, por exemplo, de acordo com o desempenho de cada estudante, e se torna disponível automaticamente um exercício, retirado de um grupo de opções com diferentes graus de complexidade. Ainda assim, esse tipo de personalização se restringe a soluções autodirigidas. Dessa maneira, o *design* fixo é menos flexível entre os tipos de *designs*⁴¹. Com frequência, o *design* fixo é adotado em cursos oferecidos para um grande número de aprendizes.

O *design* instrucional aberto, ou bricolagem, tem organização e estrutura mais flexíveis do que o *design* fixo. Na construção do curso são usadas no AVA soluções educativas pré-configuradas. Essas soluções poderão ser alteradas durante a realização do curso, por exemplo, uma atividade que não tinha sido prevista pode ser incluída. Essas alterações são definidas por um profissional que acompanha os resultados das aulas e os *feedbacks* dos aprendizes, por exemplo, o *designer* instrucional, o tutor ou o coordenador pedagógico. Cursos com *design* instrucional aberto podem adotar a estratégia de incluir as experiências dos aprendizes adultos, coletadas durante discussões feitas nas aulas, um enfoque básico para a aprendizagem de adultos, segundo a andragogia^{V. 41}.

O *design* instrucional aplicado em contexto, frequentemente por instituições de ensino que ministram cursos *online* de modo contínuo, para diferentes turmas de aprendizes (e.g., uma disciplina de graduação).

V Knowles et al. (p.61)⁴⁴, definiram andragogia como a “arte e a ciência de ajudar os adultos a aprender”. Os autores definiram seis princípios de aprendizado, segundo a andragogia: (1) o adulto tem necessidade de saber a importância de aprender determinado assunto, para que esses conhecimentos e habilidades vão servir e como será o processo educativo; (2) o aprendiz adulto é autodirigido e autônomo; (3) a experiência do aprendiz é fundamental para o processo de aprendizagem; (4) o aprendiz adulto tem prontidão para aprender quando percebe que os conhecimentos e as habilidades adquiridos podem melhorar o desempenho em situações da vida real; (5) a orientação para aprender dos adultos é centrada na vida prática, em tarefas ou problemas (6) a motivação interna é indispensável para o aprendiz adulto, como por exemplo, a realização pessoal.

Nesse modelo em lugar de desenvolver todos os detalhes de um curso, a instituição cria unidades de estudo, que permitem alterações posteriores, existindo um equilíbrio entre a automação dos processos e a personalização. No *design* sob contexto, é possível reutilizar conteúdos ou atividades de cursos anteriores, na íntegra ou de forma adaptada, junto de outros conteúdos e atividades, para construir um novo curso ou para renovar um curso existente. As mudanças podem ser integradas totalmente às aulas ou serem opções para escolha dos aprendizes⁴¹.

Aprendizagem autodirigida e a aprendizagem colaborativa

Um aspecto importante a ser definido sobre a EaD *online*, direcionada para adultos, é como os teóricos da área entendem que deve ser a aprendizagem, isto é, qual o processo recomendado para a internalização dos conhecimentos e desenvolvimentos de habilidades.

Para Trindade⁴⁵, dois modelos de aprendizagem fundamentam a EaD: o modelo de aprendizagem autodirigida e o modelo colaborativo, podendo estar integrados em um mesmo curso.

Segundo Knowles⁴⁴, a aprendizagem autodirigida é uma estratégia em que o aprendiz conscientemente assume o controle e a gestão do processo de aprendizagem. O indivíduo identifica o que precisa aprender, define o ritmo do processo, o conteúdo, os materiais que usará, entre outros aspectos. Essa possibilidade de escolha é um fator importante para os adultos, como destaca os princípios da andragogia.

Nos primórdios da EaD, o estudante, por exemplo, recebia materiais pelos Correios ou entrava em contato com o conteúdo em um programa de rádio, estudava e elaborava sua produção de modo individual. Nem sempre havia a possibilidade do aprendiz enviar exercícios resolvidos para um professor ou tutor avaliar ou tirar dúvidas. Era um autoaprendizado “solitário”, com pouca ou nenhuma interação entre os participantes dos cursos. Na atualidade, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem ampliaram as estratégias de comunicação, propiciando maior interação, com a realização de aulas e reuniões em tempo real. Hoje um exemplo de aprendizado autodirigido ocorre quando uma pessoa identifica conheci-

mentos e habilidades que precisa e/ou deseja adquirir e organiza o estudo sozinha, por exemplo, decidindo assistir aulas em canais no *YouTube* e resolve exercícios propostos em apostilas. Nos cursos *online* que adotam o aprendizado autodirigido, o aprendiz tem um percurso com independência, porém existe uma orientação expressa no *design* instrucional do curso que define as atividades autodirigidas que podem favorecer o aprendizado.

Reis *et al.*,⁴⁶ analisaram as representações sociais de médicos de equipes da atenção primária à saúde (APS), de três municípios de Minas Gerais, sobre aprendizado autodirigido. Os autores realçam a importância do tema pela necessidade da aprimoramento permanente dos profissionais que atuam de acordo com a prática baseada em provas científicas:

A prática baseada em evidências reforça a necessidade de criação de competências relacionadas ao aprender e não somente ao saber, já que o profissional tem de lidar, de forma criativa, com a falta de tempo, a mudança das evidências científicas e o excesso de informações, que podem não ser confiáveis ou exigir interpretação cautelosa (p.9)⁴⁶.

Diante dos resultados do estudo⁴⁶, consideram que a EaD é uma modalidade que favorece o aprendizado autodirigido. Os autores consideram as formas autônomas de aprendizado indispensáveis para os profissionais da APS, pois o “médico encontra pouca oportunidade de discussão com seus pares de categoria profissional, dado o isolamento de cada unidade, se comparada, por exemplo, com ambulatorios de especialidades ou hospitais” (p.9)⁴⁶.

Os autores⁴⁶ ressaltam a necessidade da ampliação de conhecimentos sobre como acontece o processo de aprendizado autodirigido e como o contexto, fatores individuais e sociais podem aprimorar a formação, a sua inserção em cursos de formação, graduação e pós-graduação.

Tal processo se dará necessariamente pela tarefa fundamental de ensinar o médico a aprender, ou seja, ensinar a acessar as informações, avaliar sua qualidade, analisar a evidência e aplicá-la à situação em voga, embasando sua prática com a melhor informação disponível, estabelecendo o aprendizado contextual e significativo. Além disso, ele deverá ser capaz

de se autoavaliar, aprimorando sua capacidade de aprender de forma contínua e efetiva (p.49)⁴⁶.

Torres⁴⁷ define o aprendizado colaborativo como um método no qual, “por meio do trabalho em grupo e pela troca entre os pares, as pessoas envolvidas no processo aprendem juntas”(p.339)⁴⁷. Nesse modelo, o professor ou tutor tem a função de estimular a participação de todos e a interação dos alunos.

Ao analisar o aprendizado colaborativo, Borssoi *et al.*⁴⁸ reúnem as definições de Dillenbourg⁴⁹, Correa⁵⁰ e Torres *et al.*⁵¹, OMS⁵² identificando um aspecto em comum: ela acontece em pequenos grupos.

Aprendizagem colaborativa é um constructo que se origina de diferentes abordagens conhecidas na literatura como: grupos de aprendizagem, comunidades de aprendizagem, aprendizagem por pares, aprendizagem cooperativa, entre outras. Dentre os aspectos comuns que tais abordagens preservam destaca-se o trabalho em pequenos grupos (p.944)⁴⁸.

Dillenbourg⁴⁹ ressalta que, no aprendizado colaborativo, o processo é ativado pela interação entre os integrantes do grupo, entretanto, não há garantia de que os indivíduos interajam. Considerando essa questão, Mota⁵³ investigou estratégias, recursos, condições que facilitam e obstáculos para o aprendizado colaborativo interprofissional *online* na área da saúde. A autora considerou educação interprofissional em saúde como a que “ocorre quando estudantes de duas ou mais profissões aprendem sobre os outros, com os outros e entre si para permitir a colaboração eficaz e melhorar os resultados na saúde”(p.7)⁵³.

Por revisão da literatura, a autora verificou que a reunião de profissionais de diferentes áreas pode gerar resistências e conflitos que dificultam e podem até impedir a colaboração. Para superar essas barreiras e resistências, a autora reuniu estratégias e instrumentos. Para aumentar a interação e promover a presença social *online*, Mota⁵³ menciona as estratégias definidas por Sung e Mayer⁵⁴ em relação aos comportamentos de instrutores e aprendizes:

1. Expressar respeito pelos esforços das pessoas nas atividades de aprendizagem a fim de impulsionar a vontade de interagir.
2. Compartilhar informações pessoais para aproximar as Relações Sociais.
3. Promover um ambiente aberto e receptivo para gerar confiança na expressão de livre *Feedback* e opinião entre os participantes.
4. Conscientizar-se da Identidade de cada pessoa (instrutores e colegas). O reconhecimento pelo nome pode entusiasmar a participação e a interação em ambientes *online* ao longo do tempo.
5. Partilhar histórias e experiências pessoais pode trazer mais descontração e incentivo à participação da aula online.

Mota⁵³ verificou que a ambiência *online* favorece a colaboração, sendo indicado, além de um *software* para plataforma de aprendizado, o uso dos recursos *Wiki*, *blogs*, fóruns e as mídias sociais, para interação, debates de ideias, compartilhamento de conteúdos e cocriações^{VI},⁵⁵. Em relação às estratégias de ensino-aprendizado, a revisão da literatura recomenda o aprendizado com base em problemas, o aprendizado baseada em casos, a discussão *online*, comunidade de práticas⁵⁶, técnicas de discurso (p.790)⁵⁷, e estratégias de organização, em que, depois de se estruturar tópicos e de procedimentos de discussão, os aprendizes assumem a função de moderador de uma discussão de modo a envolvê-los no processo de ensino-aprendizado⁵⁷. Em suas conclusões, Mota⁵³, assinala a importância de consciência de que “a prática colaborativa em contraponto à competição e ações individualizadas pode ser o pilar estratégico para o avanço da educação interprofissional em saúde no país” (p.41)⁵³.

VI Segundo DiSalvo *et al.*⁵⁵, a cocriação envolve processos participativos com indivíduos com diferentes expertises.

Flexibilidade, autonomia, avaliação contínua

A flexibilidade e a autonomia são dois princípios básicos da educação a distância. O aprendizado *online* é adaptável ao permitir que o aprendiz escolha quando e onde vai estudar e o ritmo do aprendizado. A maleabilidade e flexão são as principais vantagens da EaD, agradando diversos públicos, entre eles, os profissionais da saúde, que podem ter jornada de trabalho extensa. Ao definir o momento, o lugar e o ritmo com que vai realizar as atividades, o aprendiz tem autonomia, controle sobre o processo, por isso a educação *online* exige que os aprendizes tenham ou desenvolvam habilidades de autodisciplina e adequação do tempo. Eles são responsáveis por organizar seus estudos e acompanhar as atividades e prazos estabelecidos pelos instrutores.

Na EaD, todas as atividades realizadas pelo aprendiz são registradas no AVA, o que permite aos instrutores e tutores e ao coordenador do curso acompanharem o seu desempenho.

A avaliação dos cursos EaD *online* podem ser feitas também sob presença (por exemplo, todos os aprendizes respondem a uma prova no polo de apoio de presença), ou a distância (aplicação de prova *online*).

Como acontece com a educação sob presença, a avaliação da EaD pode ser diagnóstica, somativa, formativa. A avaliação diagnóstica é realizada no início do curso ou de uma unidade de aprendizado, com o propósito de identificar grau conhecimentos e habilidades prévios dos aprendizes, permitindo ajustes no conteúdo e nas estratégias que serão adotadas. Essa avaliação é muito importante, por exemplo, para identificar, além do grau dos aprendizes, suas experiências prévias, como recomenda a andragogia.

A avaliação somativa é realizada ao final de um curso ou de um módulo, com a finalidade de medir o que foi aprendido. Geralmente, envolve provas, trabalhos ou projetos que ajudam a verificar se os alunos ao final do curso adquiriram os aprendizados estabelecidos. É uma avaliação frequentemente utilizada pela facilidade (pode ser feita em só um momento ou mais), porém tem limitações, pois o aprendiz só terá respostas sobre seu desempenho depois de avaliação e pode ser que não tenha oportuni-

dade de rever seu processo. O *designer* instrucional e o coordenador do curso igualmente não poderão verificar como está indo o aluno e o curso e fazer ajustes.

A avaliação formativa ocorre ao longo do processo de aprendizado. O foco é monitoria do progresso dos aprendizes, fornecer retorno (*feedback*) contínuo e promover melhorias na prática didática. Essa avaliação pode incluir atividades como testes rápidos (*quiz*), fóruns de discussão e autoavaliações, permitindo que os alunos reflitam sobre seu aprendizado. Essa modalidade de avaliação é mais interessante do que a somativa, porque o aprendiz e o instrutor podem acompanhar todo o processo, fazendo mudanças, quando necessário.

Tecnologias e EaD

A infraestrutura tecnológica deve ser robusta e eficiente, garantindo que a plataforma de aprendizado funcione corretamente, ofereça apoio técnico e seja intuitiva para os usuários. A experiência do aprendiz depende diretamente da qualidade da tecnologia utilizada.

A EaD *online* utiliza o aprendizado síncrono (*synchronous learning*), caracterizado por atividades de cursos *online* realizadas simultaneamente pelos instrutores e aprendizes (*i.e.* aula por videoconferência), e aprendizado assíncrono (*asynchronous learning*), atividades feitas pelos aprendizes no momento e lugar escolhidos por eles.

Além de tecnologias básicas para a operação da plataforma, a EaD pode utilizar novos instrumentos para dinamizar o aprendizado, por exemplo, as tecnologias imersivas. A realização de aulas práticas é elemento indispensável em cursos da área da saúde. Com estas tecnologias, é possível obter experiências interativas em ambiência digital, que mime-tiza situações reais.

As tecnologias imersivas produzem situações que provocam as pessoas sensações de estarem vivendo uma realidade diferente do meio físico onde se encontram⁵⁹.

Sob a realidade imersiva, são simuladas experiências sensoriais, pelo uso de sons, imagens 3D e sensores que captam os movimentos da

pessoa em experiência, transmitindo-os para o meio ambiente simulado. O indivíduo pode usar *wearables* (acessórios como óculos, capacetes, fones de ouvido e luvas), que aumentam a sensação de estar em ambiente virtual, o isolam do mundo físico.

A realidade virtual pode ser definida como ambiente digital gerada por computação que pode ser experimentada de modo interativo como se fosse real⁶⁰. A sensação de imersão sob ambiente virtual é obtida com o uso de sistemas e/ou aparatos tecnológicos como CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*)⁶¹ e os “óculos de realidade virtual”, o *Head Mounted Display* (HMD), conhecido como “óculos de RV (realidade virtual)”.

O CAVE é ambiente fechada em que são feitas projeções nas paredes, no chão e/ou no teto, para que o usuário tenha a sensação de estar no centro do lugar representado nas imagens (p.46)⁵⁹. Esse sistema é utilizado em exposições artísticas.

O *Head Mounted Display* (HMD) é um acessório desenvolvido para ser fixado à cabeça, cobrindo os olhos. Esse equipamento projeta imagens na direção dos olhos e rastreia os movimentos da cabeça do usuário, ajustando as imagens de acordo com a direção do olhar, garantindo a sensação de que a pessoa está realmente naquela ambiente que parece bem real. O sistema “gera imagens e sons tridimensionais que são percebidos como volumétricos e espaciais, porque os estímulos visuais e auditivos são diferentes para cada um dos olhos e ouvidos” (p.46)⁵⁹.

A realidade aumentada é outra tecnologia que “insere” elementos e experiências virtuais, gerados por computação, que parecem estar integrados ao espaço real⁶². Diferente da realidade virtual, a realidade aumentada não pretende criar todo um ambiente e sim “enriquecer o ambiente real com elementos e experiências virtuais” (p.46)⁵⁹.

Atualmente, há diversos aplicativos para celulares e *tablets* com recursos para a realização de uma realidade aumentada. O usuário aponta a câmera do acessório para a ambiente física e observa através de sua tela o entorno enriquecido com conteúdo virtual. No entanto, para aplicações profissionais, existem visores de realidade virtual, por exemplo, óculos semitransparentes, que projetam imagens virtuais em suas lentes e HMD com câmera para captar as imagens do ambiente

físico real e inserir elementos virtuais, enviando o conjunto para o usuário visualizar⁵⁹.

A realidade mista é experiência que mescla o mundo real com a realidade virtual por meio de projeção de elementos interativos na ambiência. São simulações criadas com o uso de aparelhos (*headsets*) que representa a ambiência em uma tela. Um exemplo são os óculos de realidade mista que podem ser usados para treinar uma apresentação, colocando-se virtualmente, diante de uma plateia.

A utilização das tecnologias imersivas em aulas da área da saúde permite aos aprendizes participar de discussão de problemas e de situações e ter a experiência de tomada de decisão para a solução de um problema apresentado⁶³. Cada vez mais, essas tecnologias são aplicadas no contexto da educação, visto que tornam possível um aprendizado interativa e revolucionária⁶².

Um exemplo de aplicação de uma tecnologia imersiva é o VIDA Odonto, projeto desenvolvido pelo Laboratório de Tecnologias Interativas (Interlab EPUSP), em parceria com o Laboratório de Simulação e Treinamento (LaSIT) da Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB USP) e o Laboratório de Aplicações de Informática em Saúde (LApIS USP)⁵⁹.

O VIDA Odonto é recurso imersivo e interativo desenvolvido para ser utilizado em aulas de faculdades de odontologia. Ela recria virtualmente o cenário de um consultório dentário e o atendimento de um paciente.

Pesquisadores que integram o Laboratório de Tecnologias Interativas (Interlab EPUSP), Lucas Sallaberry e Romero Tori, e Fátima Nunes, pesquisadora do Laboratório de Aplicações de Informática em Saúde (LApIS USP) pesquisam para criar sistemas de avaliação automática de procedimentos feitos por alunos em simuladores utilizando técnicas de aprendizado de máquina⁶⁵.

Dados coletados durante a execução do treinamento favorecem a implementação de sistemas de avaliação automática, que podem tanto fornecer retorno de desempenho para o aluno durante o treino, sem a necessidade de um instrutor presente, quanto auxiliar o professor durante avaliações (p.5-6)⁶⁵.

Em outro projeto, os pesquisadores Matheus A. O. Ribeiro (EACH - USP), Allan A. Tori (Escola Politécnica - USP), Romero Tori e Fátima L. S. Nunes estão desenvolvendo um *serious game* (jogo sério) para o aprendizado sobre procedimentos de anestesia na área odontológica, em ambiente imersivo de realidade virtual^{66, 67}.

Allan *et al.*⁶⁹ definem *gamification* (gamificação) como o uso de elementos de *design* de jogos (*e.g.* regras, situações de competição e sistema de pontuação), em atividades realizadas fora desse contexto, por exemplo na educação. A gamificação na educação pretende estimular a participação dos aprendizes em atividades educativas gamificadas.

Interatividade

A interação entre os aprendizes e tutores é decisivo para o sucesso do aprendizado. Recursos como fóruns de discussão, *chats* e videoconferências são usados para promover a troca de ideias e incrementar a presença *online*.

Algumas pessoas podem sentir falta do contato direto com o docente e com os colegas em cursos a distância. Entretanto, a maioria dos jovens usuários digitais vivem tranquilamente a interação digital e realizam discussões de trabalhos em grupo por aplicativos de mensagens, do mesmo modo que assistem um filme com amigos, mas cada um em sua casa.

Segundo Vygotsky *apud* Maia²³, as relações sociais são a ‘origem e o motor da aprendizagem e do desenvolvimento intelectual’. Tori⁶⁸ lembra que a separação geográfica e/ou no tempo, como acontece na EaD, não determina necessariamente a ausência de interações:

[...] do ponto de vista educacional o conceito de “distância” é mais amplo e complexo, uma vez que é possível que o aprendiz se sinta próximo ao professor mesmo que dele se encontre afastado geograficamente (via videoconferência, por exemplo) ou que considere o professor distante mesmo que com ele esteja compartilhando o mesmo teto (uma aula expositiva para um grande número de alunos, por exemplo) (p.14)⁶⁸.

Na educação a distância, as relações sociais (interações entre os tutores e os aprendizes) ocorrem por meio de tecnologias e recursos síncronos (e.g., videoconferência) e assíncronos (e.g., fórum de discussão virtual). Adicionalmente, os cursos na modalidade EaD podem incluir encontros periódicos sob presença.

Para Moore^{VII, 70}, “a educação a distância não é simplesmente uma separação geográfica entre alunos e professores”, para o autor trata-se de um conceito, trabalhado para que a distância física não seja um fator crítico para a aprendizagem. Para aprimorar a avaliação das relações pedagógicas e psicológicas e da comunicação entre facilitadores e aprendizes na EaD, Moore⁷⁰ elaborou a Teoria da distância transacional, baseando-se em Dewey e Bentley⁷¹.

De acordo com a Teoria da distância transacional⁷⁰, a separação geográfica entre professores e aprendizes na EaD pode provocar a existência de um espaço psicológico e de comunicação “a ser atravessado, um espaço de potencial mal-entendido entre as informações do instrutor e as do aluno”. O planejamento da EaD deve possibilitar oportunidades de diálogo entre facilitadores e aprendizes, bem como produzir materiais de aprendizagem adequadamente estruturados para reduzir a distância transacional⁷⁰.

A Teoria da Distância Transacional(TDT) de Moore⁷⁰ considera três aspectos: diálogo, estrutura e autonomia.

No modelo TDT⁷⁰ o “diálogo” é a interação ou a série de interações entre tutor (professor) e aprendizes, relacionadas ao processo de aprendizado. Os fatores que influem no diálogo são o conteúdo do programa, os meios de comunicação utilizados, a quantidade de alunos sob a responsabilidade de tutores, a frequência da comunicação, as personalidades e o ânimo dos tutores e dos aprendizes. A distância transacional e o diálogo são inversamente proporcionais, por exemplo, a distância transacional entre o tutor e os aprendizes de um curso com predominância do uso de *feedbacks* automaticos, enviados somente no final do curso é maior que a de outro curso em que os aprendizes recebem retornos in-

VII Michael Moore desenvolveu o conceito de distância transacional, em 1972, na Teoria da Autonomia do Aluno.

dividualizados do tutor, a cada atividade realizada durante o curso, cuja avaliação é formativa.

O segundo aspecto da TDT é a “estrutura”, que representa a organização do curso, incluindo outros componentes do plano de ensino: objetos de aprendizado, o desenho instrucional, os recursos empregados e o conteúdo. Quanto mais estruturado e rígido for um curso, sem a possibilidade de adaptações ao perfil de cada turma de aprendizes, menores serão as interações entre tutores e aprendizes e maior, a distância transacional entre eles. Por exemplo, um curso com *design* instrucional fixo, sem a participação de um tutor durante as aulas (os aprendizes recebem apenas *feedbacks* automáticos) pode ter maior distância transacional do que um curso com *design* instrucional sob contexto, em que há personalização de atividades conforme novas turmas de aprendizes.

A TDT^{36,70,72} define o terceiro aspecto: a “autonomia” na EaD como o grau de controle que o aprendiz tem em relação ao seu processo de aprendizado, ou seja, é a capacidade de decisão que o estudante tem sobre a definição dos propósitos e das atividades educativas (por exemplo, finalidade educacionais, experiências de aprendizado, métodos de avaliação de resultados).

Para Moore, a situação ideal é o aprendiz ser totalmente autônomo, emocionalmente independente de um instrutor^{70,72}. O autor concorda com o alerta de Malcolm Knowles (teórico da andragogia) de que esse comportamento deveria ser natural, entretanto, nem sempre os adultos estão em estado de prontidão para um aprendizado totalmente autodirigido. Com frequência, os adultos não estão preparados para a aprendizado autodirigido uma vez que precisam passar por um processo de reorientação para aprender como adultos⁴⁴.

Knowles define aprendizado autônomo como processo centrado no aprendiz, que é agente do seu processo de aprendizagem, capaz de autodirigir e autorregular esse processo, e esse modelo é indicado para adultos com maturidade e motivos internos para o autoaprendizado, e que tenham as habilidades necessárias⁴⁴. Para o autor, as instituições de ensino devem estimular a busca pelo conhecimento durante toda a vida, de modo autônomo, autodirigido, isto é, segundo um processo em que cada indivíduo planeja e avalia os seus resultados.

Concordando com a importância da manutenção da interação na EaD, outros autores propuseram formas de avaliar a distância transacional.

Terry Anderson⁷⁴ sugere que seja avaliado o grau da (1) Interação aluno-professor associada ao aprendizado; (2) Interação aluno-aluno relacionada ao aprendizado (interação entre aprendizes); (3) Interação aluno-conteúdo; (4) Interação professor-conteúdo (envolvimento do docente no desenvolvimento de materiais, por exemplo, elaborando os objetos de aprendizado); (5) Interação professor-professor (*e.g.*, interação entre docentes em comunidades físicas e/ou virtuais); (6) Interação conteúdo-conteúdo (*e.g.* interação entre os programas utilizados em um curso para recuperar informações, tomar decisões e fazer monitoria de recursos)⁷⁴.

Para a avaliação de atividades educacionais *online*, Tori⁷³ define três tipos de distância a serem consideradas: a *espacial* (separação geográfica entre professor e alunos), a de *tempo* (realização de atividades síncronas ou assíncronas) e a *interativa* (a existência de diálogo). O nível de distância transacional adequado depende do tipo de curso, do contexto e do público alvo⁷³.

Peters lembra que a existência de maior distância transacional pode fazer da proposta do curso, por exemplo, quando um dos propósitos é que os aprendizes desenvolvam habilidades de autonomia⁷⁵:

[na EaD], em certos casos, pode inclusive ser desejável e intencional uma distância transacional grande ou até mesmo extremamente grande, porque ela constitui uma premissa importante para o estudo autônomo, ao qual se atribui um alto valor justamente no ensino a distância (p.65)⁷⁵.

A andragogia enfatiza que a maioria dos adultos tem necessidade de autodirigir-se, precisam ter controle de seu aprendizado, independência e que sejam protagonistas do processo. De outro lado, Knowles⁴⁴ alerta que os adultos podem resistir ou desinteressar-se de cursos em que devem ter uma função ativa e autônoma no aprendizado, talvez por estarem acostumados com atitudes passivas que tiveram em escolas tradicionais. Moore defende que mesmo que uma minoria de adultos tenha condições

e motivos para se dedicarem a um aprendizado totalmente autônomo, os tutores devem ajudá-los a adquirir competências para um aprendizado independente⁷².

McCombs e Whisler⁷⁶ definiram a Aprendizagem Centrada no Aluno (*Student Centered Learning*) como um método que integra as características individuais de aprendizes (hereditariedade, experiências, perspectivas, origens, talentos, interesses, capacidades e necessidades) com métodos de aprendizado que estimulem os participantes. Na Aprendizagem Centrada no Aluno, os aprendizes devem perceber a relevância do conteúdo para suas vidas, necessidades e interesses, além disso, devem adotar uma atitude ativa e criativa⁷⁶.

Personalização do aprendizado

Uma estratégia interessante no uso de tecnologias é a personalização das experiências educacionais, pois esta de acordo às recomendações da andragogia que considera as particularidades e as experiências dos aprendizes adultos. A diversidade de recursos da EaD permitem a personalização das experiências educativas no AVA.

A personalização do aprendizado pode ser realizada, por exemplo, segundo os estilos de aprendizado. Há diferentes instrumentos de análise desses estilos como o Ciclo de Aprendizagem de Kolb⁷⁷; Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) de Myers e McCaulley⁷⁸ e o Modelo de Estilos de Aprendizagem de Felder-Silverman⁷⁹.

O Modelo de Estilos de Aprendizagem de Felder e Silverman⁷⁹ identifica as preferências das pessoas em relação a funções relacionadas ao aprendizado. Por exemplo, ao receber uma informação nova em uma aula, algumas delas podem tentar entender o assunto analisando uma figura apresentada em um *slide*, outras podem compreender a informação prestando atenção nos argumentos do professor. Outro exemplo, ao estudar um processo, alguns indivíduos preferem ter uma visão geral de todo o processo, enquanto outros terão mais facilidade para aprender se o professor apresentar separadamente cada etapa. Se existem diferentes elementos que podem facilitar o aprendizado, o ideal é personalizar as atividades, e isso é possível na EaD *online*.

No desenvolvimento do Modelo de Estilos de Aprendizagem de Felder e Silverman⁷⁹ foram integrados os conceitos do Ciclo de Aprendizagem de Kolb⁷⁷, e os tipos psicológicos utilizados no Myers-Briggs Type Indicator, de Myers e Mc Caulley⁷⁸. Com base nesta referência, o modelo definiu as seguintes dimensões: percepção, entrada de informações, processamento e entendimento.

A dimensão *percepção* analisa como as pessoas compreendem o meio externo: *sensória* (percepção em detalhe, prefere lidar com fatos e dados e, em geral, aprender por experimento) ou *intuitiva* (preferência por lidar com princípios e teorias, com menor atenção aos detalhes).

A dimensão *entrada de informações* descreve a predileção em relação à recepção, compreensão e memorização de informações, que pode ser pela visão (preferência pela apresentação de imagens, demonstrações) ou verbal (textos escritos, exposições orais). Em relação ao *processamento*, é avaliado o processo mental de cognição de informações, classificando os perfis como ativos (indivíduos mais atraídos pela experimentação, pelo aprendizado em grupo) ou reflexivos (quando é mais proveitosa a reflexão individual). A dimensão *entendimento* categoriza a forma de apresentação de novas informações que promove maior compreensão: em sequência (os indivíduos compreendem mais facilmente se as informações que são apresentadas de maneira encadeada, em uma progressão crescente de complexidade) ou global (aprendizes preferem a apresentação do fenômeno estudado por inteiro, para realizarem suas análises ao acaso).

O Modelo de Estilos de Aprendizagem de Felder e Silverman⁷⁹ não propõe uma classificação absoluta dos indivíduos em determinado estilo, em cada dimensão, por exemplo: não determina que o aprendiz é somente sensório ou intuitivo, e sim a identificação de diferenças na intensidade entre as categorias, gerando sugestões de estratégias para promover o aprendizado.

Felder e Soloman⁸⁰ desenvolveram o instrumento Questionário do Índice de Estilos de Aprendizagem, para classificar os estudantes nas quatro das dimensões de estilos de aprendizado.

Estudos têm produzido métodos e instrumentos para a identificação automática de estilos de aprendizado, por exemplo, pela inte-

ligência artificial para utilização em ambiências virtuais de aprendizado. Özpolat e Akar⁸¹ elaboraram um instrumento para identificar estilos de aprendizagem usando uma estrutura de árvore de decisão combinada com o algoritmo Naive Bayes (NBTree) e um classificador de relevância binária. Cha *et al.*⁸² criaram um sistema que coleta dados sobre a interação de cada aprendiz com o AVA, que são armazenados em uma estrutura de Árvores de Decisão, para a classificação do estilo do aprendizado por Modelos Ocultos de Markov⁸³. Hasibuan *et al.*⁸⁴ desenvolveram um sistema de previsão de estilos de aprendizado com base nos conhecimentos prévios dos aprendizes, que utiliza uma rede neural artificial. Zaric *et al.*⁸⁴ construíram um sistema integrado de análise de estilos de aprendizado (ILSA) e de análise e de visão de dados de atividades no sistema da plataforma de aprendizado Moodle, para relacionar a atividade e o desempenho de um usuário com seu estilo de aprendizado.

Acessibilidade

A EaD deve promover a participação de todos, garantindo que indivíduos de diferentes procedências geográficas, origens, e familiaridade com a tecnologia possam participar igualmente. Recursos acessíveis, apoio pedagógico e instrução clara são indispensáveis para garantir que todos tenham sucesso.

De acordo o levantamento Pnad Contínua 2022, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), existiam cerca de 18,6 milhões de pessoas de dois anos ou mais de idade com algum tipo de deficiência no Brasil⁸⁵.

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI)⁸⁷ define o conceito de acessibilidade como a:

possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana

como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida⁸⁷.

Para ampliar a difusão da Internet, Tim Berners-Lee fundou o World Wide Consortium (W3C), um consórcio internacional firmado entre organizações de governo, empresas e instituições independentes, cuja missão é desenvolver, por consenso, padrões de alta qualidade para tornar a *web* “interoperável e com acesso a todos, independente da tecnologia, *software* ou *hardware* que o usuário possua”⁸⁸.

Grupos de trabalho do W3C elaboraram diretrizes, chamadas *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), com recomendações de acesso para a Internet. As diretrizes incluem recomendações para a *web* e para dispositivos móveis. Em outubro de 2023, tornou-se disponível a versão *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) 2.2⁸⁸.

O W3C definiu quatro princípios para os produtos digitais serem acessáveis para pessoas com deficiências, como baixa visão, cegueira, deficiência auditiva, perda auditiva, transtornos de aprendizado, limitações cognitivas, limitação de movimentos, transtornos de fala, fotossensibilidade, entre outras (Quadro 1)^{87,88}. Além das pessoas com deficiências, podem se beneficiar, por exemplo, os idosos com pouca familiaridade com tecnologias, pessoas com deficiências temporárias, indivíduos que usam Internet lenta ou que não gostam de digitar em aparelhos móveis.

Para avaliar o grau de acessos de um *site* é possível realizar uma análise de conformidade, utilizando “Critérios de Sucesso”, definidos pela W3C. Podem ser realizados de três modos, testes automáticos, inspeção feita por seres humanos ou uma combinação dos dois métodos. Após essa avaliação, as inconformidades identificadas podem ser corrigidas utilizando-se as recomendações das WCAG⁸⁸.

Quadro 1. Princípios WCAG para a garantia do acesso a páginas *web* e a dispositivos móveis, desenvolvidas pelo consórcio W3C-World Wide Web, exemplos de problemas de acesso e de soluções.

Princípio WCAG	Exemplos de falta de acesso	Exemplos de soluções
1º Princípio: Perceptível A informação e os componentes da interface do usuário não podem ser “ocultados” para todos os sentidos humanos ou limitados aos equipamentos do usuário.	Informações disponíveis somente na forma de imagem ou audiovisual, dificultando ou impedindo o acesso para pessoas com deficiências de visão ou que utilizam navegadores textuais, que não suportam imagens ou vídeos.	Transcrições textuais para as imagens, audiodescrição em vídeos.
2º Princípio: Operável O indivíduo deve conseguir operar os componentes de interface de usuário e de navegação.	Navegação que necessita de <i>mouse</i> ou que exija experiência com este tipo de tecnologia.	Fornecer a opção de navegação pelo teclado e adicionar um <i>link</i> na parte superior de cada página que leve para o conteúdo principal. Disponibilizar conteúdo que oriente o usuário a navegar.
3º Princípio: Compreensível As informações (conteúdo) e a operação da interface de usuário têm de ser de fácil compreensão.	Conteúdos especialistas. Uso de termos técnicos.	Oferecer conteúdo de complemento com tradução do conhecimento de termos e conceitos técnicos. Rever o texto para ampliar a compreensão.
4º Princípio: Robusto O conteúdo deve ser acessível, de modo confiável, mesmo quando há mudanças nas tecnologias, incluindo as assistivas.	Códigos usados na página geram ambiguidades. Problemas de acesso a páginas <i>web</i> ao se utilizar navegadores antigos.	Tornar válidas as páginas <i>web</i> , com máxima compatibilidade com versões antigas e novas tecnologias.

Fonte: Adaptado pela autora ^{88,89}.

Considerações finais

A quarta revolução industrial está no início. Schwab² afirma que mudanças econômicas, sociais e culturais decorrentes de tecnologias digitais podem ter “proporções tão fenomenais que chega a ser quase impossível prevê-las”, e prevê como serão os instrumentos que serão lançadas.

Atualmente, a educação lida com o impacto da inteligência artificial. Escolas, universidades e institutos de pesquisa se indagam qual é a melhor estratégia para garantir o aprendizado: Devemos proibir o uso da IA? Será melhor incluir a IA na realização das tarefas? Como incluir a IA na educação formal? Outros recursos serão lançados, trazendo dúvidas aos semelhantes nos coordenadores pedagógicos, professores e sociedade, visto que elas têm aspectos positivos e negativos.

A revolução digital propiciou que a educação a distância *online* desenvolvesse estratégias educacionais interessantes para a educação de adultos, por exemplo, a simulação de procedimentos. A EaD *online* tem potência junto de novas tecnologias.

A aplicação dos princípios da andragogia na EaD *online* pode estimular o aprendizado de estudantes e profissionais da área da saúde, bem como desenvolver habilidades por toda a vida. A personalização da EaD pode dinamizar o aprendizado, por meio de cursos que identificam inicialmente o estilo de aprendizado, selecionam as experiências mais adequadas e que acompanhe seu decurso.

É importante realçar que o professor continua a ser o fundamento para a educação na área da saúde. A proposta do professor ser um tutor de aprendizado não implica em que ele não seja indispensável em todo o processo.

Em um mundo em rápida transformação, as exigências feitas aos profissionais de saúde para dominarem novos conhecimentos e habilidades serão ser cada vez maiores. As diferentes formas e recursos adicionais da EaD podem contribuir para o acesso rápido a informações, para a melhoria do aprendizado, para a troca de experiências e para promover reflexões.

Referências

1. Eriksen TH. *Tyranny of the Moment: Fast and Slow Time in the Information Age*. London: Pluto; 2001.
2. Schwab K. *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum; 2016.
3. Dies Irae. Wikipedia. 5 de baril de 2025. Disponível em: [Dies irae - Wikipedia](#)
4. Costa DL, Bueno JLP, Gomes MAO. O discurso da área de saúde sobre a educação a distância frente aos princípios da educação e trabalho. *Revista HISTEDBR* [internet]. 2016 [acesso em 8 mar 2024]; 15(66): 307-320. DOI: 10.20396/rho.v15i66.8643717. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8643717>
5. Ministério da Saúde (BR). Portaria nº 198, de 13 de fevereiro de 2004. Institui a Política Nacional de Educação Permanente em Saúde como estratégia do Sistema Único de Saúde para a formação e o desenvolvimento de trabalhadores para o setor e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 2004;141(32), Seção 1:37-41. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/Pm_198_2004.pdf
6. Lévy P. *Ciberdemocracia*. Trad. Alexandre Emílio. Lisboa: Instituto Piaget; 2002.
7. Eriksen TH. *Tyranny of the Moment: Fast and Slow Time in the Information Age*. London: Pluto; 2001.
8. Iyengar S, Lelkes Y, Levendusky M, Malhotra N, Westwood SJ. Affect, Not Ideology: A Social Identity Perspective on Polarization. *Public Opinion Quarterly*. 2019;76(3):405-31. <https://doi.org/10.1093/poq/nfs038>
9. Lévy P. *A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço*. Rouanet LP, tradutor. São Paulo: Loyola; 2003
10. Pariser E. *The filter bubble: How the new personalized web is changing what we read and how we think*. London: Penguin; 2011
11. Senise DSV, Batista LL. Bolhas de informação e a comunicação da saúde pública. *Bis, Bol Inst Saúde*. 2020; 21(1):17-30. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/bis/article/view/36721>
12. Theo J. The Politics of Time: Zeitgeist in early nineteenth-century political discourse. *Contributions to the History of Concepts*. 2014;9(1):24-49. Doi:10.3167/choc.2014.090102

13. Lima GT, Araújo B. A construção discursiva do Zeitgeist contemporâneo no jornalismo de moda: uma análise de capas da revista Elle Brasil. *Mediapolis-Revista de Comunicação, Jornalismo e Espaço Público*. 2020;10:131-146. Doi: 10.14195/2183-6019_10_9
14. Shanmugasundaram M, Tamilarasu A. The impact of digital technology, social media, and artificial intelligence on cognitive functions: a review. *Frontiers in Cognition*. 2023;2: 1203077. Doi: 10.3389/fcogn.2023.1203077
15. Purcell K, Rainie L, Buchanan J, Friedrich L, Jacklin A, Chen C, *et al.* How teens do research in the digital world. Washington: Pew Research Center; 2012. Disponível em: [How Teens Do Research in the Digital World | Pew Research Center](#)
16. Ophir E, Nass C, Wagner AD. Cognitive control in media multitaskers. *Proc Natl Acad Sci*. 2009;106:15583-7. Disponível em <https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.0903620106>
17. Firth J, Torous J, Stubbs B, Firth JA, Steiner GZ, Smith L, Alvarez-Jimenez M, Gleeson J, Vancampfort D, Armitage CJ, Sarris J. The online brain: how the Internet may be changing our cognition. *World Psychiatry*. 2019; 18: 119-129. doi: 10.1002/wps.20617 Disponível em : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6502424/pdf/WPS-18-119.pdf>
18. Weiser M. The Computer for the 21 Century. *Scientific American*. 1991;265(3):94-104.
19. Battenberg RW. The Boston Gazette. March 1728. *Epistolodidaktika*. 1971 (1): 44-45.
20. Beamish A. *Learning from Work: Designing Organizations for Learning and Communication*. Stanford: Stanford University Press; 2008.
21. Casey W. *Firsts: Origins of Everyday Things That Changed the World*. New York: Alpha Books; 2009.
22. Cury W. Caleb Phillips, a pioneer shorthand teacher [internet]. 2017 [acesso em 20 jan 2025]. Disponível em: http://taquigrafiaemfoco.com.br/artigos/caleb_phillips_a_pioneer_shorthand_teacher.pdf
23. Maia C, Mattar J. *ABC da EaD: A educação a distância hoje*. São Paulo: Pearson; 2007.
24. Filatro A. *Design instrucional contextualizado: educação e tecnologia*. São Paulo: Editora Senac: São Paulo; 2004.
25. Franco RK, Costa LAC, Fávero RVM, Gelatti LS, Locatelli, EL. *Aprendizagem na educação a distância: Caminhos do Brasil*; 2006.

26. Guarezi RCM, Matos MM. Educação a distância sem segredos. Curitiba: Intersaberes; 2012.
27. Nunes IB. A história da EAD no mundo. In: Litto FM, Formiga M, organizadores. Educação a distância: o estado da arte. São Paulo: Abed; 2009. Cap. 1. p. 1-8.
28. Andriola WB. Avaliação da qualidade de curso online empregando o QEOn: estudo de caso. *Sustinere* [internet]. 2019;7:224-250. DOI: 10.12957/sustinere.2019.43246
29. Mattar J. Web 2.0 e redes sociais na educação a distância: casos no Brasil. *Revista digital La Educación*. 2011;145. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/teccogs/article/view/52847>
30. Paiva RMGM. Eu quero saber mais, preciso saber mais, o Projeto Minerva está no ar: ensino supletivo de 1º Grau para além das ondas do rádio (1970-1979) [tese]. Rio de Janeiro: Faculdade de Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2023. Disponível em: <https://www.bdt.d.uerj.br:8443/handle/1/20053>
31. Mugnol, M. A educação a distância no Brasil: conceitos e fundamentos. *Revista Diálogo Educacional*. 2009, 09(27): 335-349. <https://doi.org/10.7213/rde.v9i27.3589>
32. Torres PL. Gerações da EaD no Brasil e as TICS. 2º Encontro Nacional de Educação a Distância para a Rede de Escolas de Governo [internet]. Brasília, 20 e 21 de agosto de 2009. [acesso 03 mar 24]. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/1537?locale=pt_BR.
33. Barreto RG. Formação de professores, tecnologias e linguagens: mapeando velhos e novos (des)encontros. São Paulo: Loyola; 2002.
34. Correia RAR. Introdução a educação a distância. São Paulo: Cengage; 2016.
35. Branch RM, Dousay, TA. Survey of Instructional Design Models. Association for Educational Communications and Technology (AECT); 2015. doi: [10.1163/9789004533691](https://doi.org/10.1163/9789004533691)
36. Moore MG, Kearsley G. Educação a distância: uma visão integrada. Galman R, tradutor. São Paulo: Cengage Learning; 2008.
37. Smith PL, Ragan TJ. Instructional Design. 3. ed. New York: John Wiley & Sons; 2005.
38. Reiser RA. A history of instructional design and technology: Part I: A history of instructional media. *ETR&D*. 2001; 49: 53-64.
39. Coelho L, organizador. Conceitos-chave em design. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio; 2011.

40. Smith PL, Ragan TJ. *Instructional Design*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons; 2005.
41. Filatro A. *Design instrucional na prática*. São Paulo: Pearson; 2008.
42. Mattar J. *Design Educacional: educação a distância na prática*. São Paulo: Artesanato Educacional; 2014.
43. Reigeluth CM, Beatty BJ, Myers RD, editores. *Instructional-design theories and models. Volume IV. Historicity. The Learner-Centered Paradigm of Education*. New York: Routledge; 2017.
44. Knowles MS, Holton III, EF, Swanson RA. *The Adult Learner*, 6th ed. London: Routledge; 2005.
45. Trindade AR. *Os modelos pedagógicos em contexto de educação a distância: como definir os objetivos de aprendizagem?* [dissertação]. Lisboa: Universidade de Lisboa; 2009.
46. Reis GVL, Rocha JFD, Savassi LCM, Sampaio CA, Caldeira AP. Representações sociais da aprendizagem autodirigida entre médicos da atenção primária à saúde. *Rev bras educ med* [internet]. 2021 [acesso em 11 out 2023];45(3):e164. doi: 10.1590/1981-5271v45.3-20200522.ING
47. Torres PL. Laboratório online de aprendizagem: uma experiência de aprendizagem colaborativa por meio do ambiente virtual de aprendizagem eurekaids. *Cadernos CEDES*. 2007; 27(73):335-352. <https://doi.org/10.1590/S0101-32622007000300006>
48. Borssoi AH, Silva KAP, Ferruzzi EC. Aprendizagem colaborativa no contexto de uma atividade de modelagem matemática. *Bolema* [internet]. 2021;35(70):937-58. doi:10.1590/1980-4415v35n70a17
49. Dillenbourg P. What do you mean by collaborative learning? [internet] In: Dillenbourg P, editor. *Collaborative – learning: cognitive and computational approaches*. Oxford: Elsevier; 1999 [acesso em 20 dez 2019]. p. 1-19. Disponível em: <https://tecfa.unige.ch/tecfa/publicat/dil-papers-2/Dil.7.1.14.pdf>.
50. Correa LMZ. Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de Diálogo Interpersonal y en Red. *Quaderns Digital València*. 2000; 1(27):1-10. Disponível em: http://www.deciencias.net/convivir/1.documentacion/D.cooperativo/AColaborativo_TIC_ACooperativo9p.pdf
51. Torres PL, Alcantara PR, Irala EAF. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. *Revista Diálogo Educacional*. 2004; 4(13): 129-145. doi:10.7213/rde.v4i13.7052
52. OMS - Organização Mundial da Saúde. Marco para ação em educação interprofissional e prática colaborativa (WHO/HRH/HPN/10.3). Genebra: Orga-

- nização Mundial da Saúde; 2010. Disponível em: https://www.anamt.org.br/site/arquivos/meus_arquivos/arquivos/meu_arquivo/m5086a98b7c2b9.pdf
53. Mota DPM. (Inter) profissionais conectados para a aprendizagem colaborativa [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2021. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/959957>
 54. Sung E, Mayer RE. Five facets of social presence in online distance education. *Computers in human behavior*. 2012; 28(5): 1738-1747. doi:10.1016/j.shb.2012.04.014
 55. DiSalvo B, Yip J, Bonsignore E, DiSalvo C.(eds) *Participatory Design and the Learning Sciences*. London: Routledge; 2017.
 56. Wenger E. *Communities of practice: A brief introduction*. 2011. STEP Leadership Workshop, University of Oregon, October [internet]. 2011 [acesso em 03 mai 2024]. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1794/11736>.
 57. Johnson DW, Johnson RT. Cooperation and the use of technology. In: *Handbook of research on educational communications and technology*. Routledge; 2013. p. 777-803.
 58. Wiesenberg F. Teaching online: One instructor's evolving theory-of-practice. *Adult Basic Education*. 1999; 9(3),149.
 59. Tori R. Tecnologias imersivas na educação em saúde. *Bis, Bol Inst Saúde*. 2022; 23(2): 43-56. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/bis/article/view/39854>
 60. Jerald J. *The VR book: Human-centered design for virtual reality*. Morgan & Claypool; 2015. doi:10.1145/2792790
 61. Cruz-Neira C, Sandin DJ, DeFanti TA, Kenyon RV, Hart JC. The CAVE: audio visual experience automatic virtual environment. *Communications of the ACM* [internet]. 1992;35(6):64-73. doi: 10.1145/129888.129892
 62. Azuma R, Bailiot Y, Behringer R, Feiner S, Julier S, MacIntyre B. Recent advances in augmented reality. *IEEE computer graphics and applications* [internet]. 2001;21(6):34-47. doi: 10.1109/38.963459
 63. Ferreira C. Impacto da metodologia de simulação realística, enquanto tecnologia aplicada a educação nos cursos de saúde. *Anais do Seminário Tecnologias Aplicadas a Educação e Saúde*; 2015. Disponível em: [lynnaives,+Uso+de+Simulações+no+Processo+de+Ensino-aprendizagem 02 10 15 Versão+Final \(1\).pdf](#)

64. Santos TT. Tecnologias imersivas na educação em saúde de adolescentes escolares [tese]. Natal: Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/60227>
65. Sallaberry L, Tori R, Nunes F. Avaliação automática de habilidades sensório-motoras em simulador odontológico. In: Workshop de teses e dissertações - Simpósio de realidade virtual e aumentada (SVR), 22. , 2020, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020 . p. 5-6. doi: https://doi.org/10.5753/svr_estendido.2020.12943
66. Ribeiro MA, Tori AA, Tori R, Nunes FL. Immersive game for dental anesthesia training with haptic feedback. In: ACM SIGGRAPH 2019. Posters; 2019 Jul 28. p. 1-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3306214.3338592>
67. Tori A, Tori R, Nunes F. Gamificação e imersão como elementos de engajamento para simuladores: uma proposta de aplicação em realidade virtual para a Odontologia. In: Anais Estendidos do XXII Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada. SBC; 2020 Nov 7. p. 9-10. Disponível em: https://doi.org/10.5753/svr_estendido.2020.12945
68. Tori R. Tecnologias interativas na redução de distância em Educação: taxonomia da mídia e linguagem de modelagem. Tese de Livre Docência. Programa de Pós-graduação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/3/tde-08072022-082125/publico//RomeroToriLD.pdf>
69. Allan A, Kostova Z, Nakamoto K, Schulz PJ. The effect of social support features and gamification on a Webbased intervention for rheumatoid arthritis patients: randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research* [internet] 2015 [acesso em 02 ago 2024]; 17(1). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4296094/>. doi: 10.2196/jmir.3510
70. Moore M G. Theory of transactional distance. In: Keegan D, editor. *Theoretical Principles of Distance Education*. London: Routledge;1997.
71. Dewey J, Bentley AF. *Knowing and the Known*, Boston: Beacon Press; 1949
72. Moore MG. On a theory of independent study'. In D. Sewart D, Keegan and B. Holmberg, editors. *Distance Education: International Perspectives*, London: Croom Helm; 1972.
73. Tori R. Métricas para uma educação sem distância. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, Sociedade Brasileira de Computação (SBC).2002; 10(2). Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/rbie/article/view/2214>

74. Anderson T. Getting the Mix Right Again: An Updated and Theoretical Rationale for Interaction. *The International Review Of Research In Open And Distance Learning* [internet]. 2003 [acesso em 28 jul 2022]; 4(2). Disponível em: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/149/230>
75. Peters O. Didática do ensino a distância: experiências e estágio da discussão numa visão internacional. Trad. Ilson Kayser. São Leopoldo, RS: Ed. Unisinos, 2001.
76. McCombs B, Whistler J. The learner-centered classroom and school: Strategies for increasing student motivation and achievement. San Francisco: Jossey-Bass Publishers; 1997.
77. Kolb D. *Experiential learning*. New Jersey: Prentice Hall; 1984.
78. Myers IB, McCaulley MH. *Manual: A guide to the development and use of the Myers-Briggs type indicator*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press; 1985.
79. Felder RM, Silverman LK. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engineering Education*. 1988; 78(7): 674-681.
80. Felder R, Soloman B. Index of Learning Styles Questionnaire [internet]. 1991 [acesso em 22 jul 22]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228403640_Index_of_Learning_Styles_Questionnaire.
81. Özpölat E, Akar GB. Automatic detection of learning styles for an e-learning system. *Computer & Education*. 2009; 53(2):355-367. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036013150900061X>
82. Cha HJ, Kim YS, Park SH, Yoon TB, Jung YM, Lee JH. Learning styles diagnosis based on user interface behaviors for the customization of learning interfaces in an intelligent tutoring system. In *Intelligent Tutoring Systems: 8th International Conference, ITS 2006, Jhongli, Taiwan, June 26-30, 2006. Proceedings 8* (p. 513-524). Springer Berlin Heidelberg Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/11774303_51
83. Dubugras M T B. Revisão narrativa sobre os conceitos e os princípios do design instrucional de cursos on-line. *Boletim do Instituto de Saúde-BIS*, 2022; 23(2):57-72. Disponível em: <https://doi.org/10.52753/bis.v23i2.39863>
84. Hasibuan AM, Saragih S, Amry S. Development of Learning Materials Based on Realistic Mathematics Education to Improve Problem Solving Ability and Student Learning Independence. *International electronic journal of mathematics education* [internet]. 2019;14(1): 243-252 doi:10.29333/iejme/4000
85. Zaric N, Judel S, Roepke R, Schroeder U. ILSA – An integrated learning styles analytics system. Conference: The international conference on education

- and new learning technologies. Palma de Mallorca (Spain). 1st - 3. ed. of July, 2019. doi: [10.21125/edulearn.2019.077](https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.077)
86. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pessoas com deficiência: 2022. Rio de Janeiro: IBGE; 2023. [Divulgação anual | IBGE](#)
87. Brasil. Lei no 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Diário Oficial da União. 7 jul 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm
88. W3C - The World Wide Web Consortium. About W3C [internet]. 2024 [acesso em 03 mai 2024]. Disponível em: <https://www.w3.org/W3C>
89. Santana VF, Almeida LDA, Hornung HH, Baranauskas MCC. Um processo de avaliação de acessibilidade web universal aplicado ao website da receita federal: do Código a testes com usuários [internet]. Conference: Brazilian Symposium of Human Factors on Computer Systems. IHC 2010 . Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260887013_Um_Processo_de_Avaliacao_de_Acessibilidade_a_Web_Universal_Aplicado_ao_Website_da_Receita_Federal_do_Codigo_a_Testes_com_Usuarios

Painel Visual aplicado na vigilância de saúde para Doenças Crônicas Não Transmissíveis em São Paulo: uma experiência

Cláudia Vieira Carnevalle^I, Edlaine Faria de Moura Villela^{II}, Edson Rodrigues Caciatore^{III}, Marcia de Souza Moraes^{IV}, Marco Antonio de Moraes^V, Mirian Matsura Shirassu^{VI}, Patrícia Camargo Ferreira^{VII}

Introdução

O modelo de atenção à saúde no Sistema Único de Saúde (SUS) inclui as vigilâncias epidemiológica e sanitária instituídas no artigo 6º da Lei 8080/1990 e aprimoradas, em 2010, nas Diretrizes Nacionais de Vigilância em Saúde, que estabeleceram a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS), modificada pela Resolução nº 588 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), de 12 de julho de 2018, que insere a vigilância de saúde no processo de regionalização de ações e serviços de saúde. Enfatizou-se, assim, a necessidade de execução de ações de vigilância de saúde em todos os níveis de atenção do SUS, a ser atendida de modo integrado com

-
- I Cláudia Vieira Carnevalle (ccarnevalle@gmail.com) é mestre em Saúde Coletiva pela Santa Casa de São Paulo, psicóloga pela Faculdade Padre Anchieta. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0532-5026>.
- II Edlaine Faria de Moura Villela (efvillela@saude.sp.gov.br) é doutora em Epidemiologia pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7043-2007>.
- III Edson Rodrigues Caciatore (suporteouvidores@saude.sp.gov.br) possui MBA em Gestão Hospitalar e Saúde Pública pela FATEC Uniter Mogi das Cruzes. Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-0308-0695>.
- IV Marcia de Souza Moraes (msmoraes@saude.sp.gov.br) é doutora pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e enfermeira pela Faculdade de Enfermagem “São José”. Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-0390-7378>.
- V Marco Antonio de Moraes (mmoraes@saude.sp.gov.br) é doutor em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP). Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9834-5960>.
- VI Mirian Matsura Shirassu (mmatsura@saude.sp.gov.br) é mestre pela Faculdade de Ciências Médicas de Santos. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8059-0044>.
- VII Patrícia Camargo Ferreira (pcferreira@saude.sp.gov.br) é mestre em Fisiopatologia pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1954-9170>.

a rede de atenção à saúde, definindo-se no artigo 12 as responsabilidades de estados e municípios no desenvolvimento da política¹.

Entende-se por Vigilância em Saúde o processo contínuo e sistemático de coleta, consolidação, análise de dados e disseminação de informações sobre eventos relacionados à saúde, visando o planejamento e a implementação de medidas de saúde pública, incluindo a regulação, intervenção e atuação em condicionantes e determinantes da saúde, para a proteção e promoção da saúde da população, prevenção e controle de riscos, agravos e doenças. Nesse sentido, a vigilância da saúde necessita estar apoiada em três pilares fundamentais: o território, problemas de saúde e práticas de saúde².

O conceito de saúde digital em desenvolvimento tem potência para resolver algumas ambiguidades, que podem ser obstáculos para a pesquisa, política e prática neste campo. Gestores da área de Saúde sabem que a tecnologia pode trazer avanços e melhorar a governança do SUS em todas as esferas de governo. Compreende-se a governança como um conjunto de processos de liderança, estratégia e controle posto em prática para avaliar, direcionar e fazer o acompanhamento da gestão, com vistas à condução de políticas públicas e na prestação de serviços de interesse da sociedade³.

A lógica contemporânea de produção da informação de saúde surge no contexto histórico em que as questões relativas à vida e à morte de uma população adquirem relevância política e social. As doenças e agravos não transmissíveis (DCNT) são responsáveis por mais da metade do total de mortes no Brasil⁴. O uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC) de saúde para oferta e entrega de serviços de saúde é hoje visto como ação estratégica em todo o mundo.

Breve panorama das DCNT como problema prioritário de Saúde Coletiva

Em 2019, 54,7% dos óbitos registrados no país foram causados por doenças crônicas não transmissíveis (DCNT)⁴. Sobre a obesidade, sabe-se que é resultado de diferentes interações entre características genéticas, meio ambiente, condições socioeconômicas, culturais, educacionais e a

ambiência familiar. O aumento da prevalência de obesidade encontra explicações nas mudanças de comportamentos ocorridas nas últimas décadas, sobretudo a nutrição inadequada e o sedentarismo⁵.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saúde de 2019⁶, um em cada quatro adultos estava obeso. Segundo dados do Vigitel⁷, o percentual de adultos maiores de 18 anos com obesidade apresentou valores expressivos e com acentuada tendência de aumento, sendo 15,1% em 2010 e 22,4% em 2021. No estado de São Paulo, 57,4% da população adulta apresenta algum grau de obesidade, enquanto na capital o percentual é de 22,5%. Segundo o Atlas Mundial da Obesidade 2024, nove milhões de brasileiros neste ano estavam obesos, e se as tendências atuais continuarem, cerca de 48% dos adultos serão obesos, e mais 27% terão sobrepeso até 2044⁸.

Além de ser um fenômeno no mundo inteiro, a epidemia de sobrepeso e obesidade está relacionada a um risco maior de desfechos, sejam cardiovasculares, câncer ou mortalidade. Entre os fatores de risco para doenças cardiovasculares relativas a obesidade, pode-se destacar a hipertensão arterial, a dislipidemia, a resistência à insulina, a glicemia de jejum alterada, a intolerância à glicose e o diabetes como desfecho final⁹. Porém, o conhecimento mais recente de que, mesmo depois de controle dessas doenças relacionadas, o risco de eventos cardiovasculares permanece elevado, fez com que, hoje em dia, se considere a obesidade como fator de risco independente para doenças cardiovasculares. Sabe-se que infarto do miocárdio, angina, insuficiência cardíaca congestiva, acidente vascular encefálico e fibrilação atrial têm relação direta com a obesidade.

O Ministério da Saúde elaborou o Plano de Ações Estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas e agravos não transmissíveis no Brasil em consonância com as recomendações em todo o mundo para a prevenção de DCNT e a promoção da saúde, assim como tem sintonia com a Agenda 2020-2030 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) para o enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos Não Transmissíveis. No Brasil, o Plano DCNT tem a colaboração de representantes de gestores, trabalhadores da saúde, pesquisadores dos demais entes federados, empresas privadas e demais representantes da sociedade⁴.

O plano DCNT enfocou os quatro principais grupos de doenças crônicas (cardiovasculares, cânceres, respiratórias crônicas e diabetes) e

seus fatores de risco (tabagismo, consumo abusivo de álcool, inatividade física, nutrição não sadia e obesidade). Também definiu diretrizes e ações em três eixos: a) vigilância, informação, avaliação e acompanhamento; b) promoção da saúde; c) cuidado íntegro⁴. Na diretriz do plano que trata de vigilância das DCNT, sabendo-se que a vigilância e a informação podem contribuir para ampliar a governança, melhorando o acompanhamento e permitindo diversos tipos de avaliação de saúde úteis para informar a sociedade em geral, a fim de aumentar a autonomia das pessoas para cuidar da sua própria saúde, apoiar na tomada de decisões de gestores com informações eficientes e oportunas, contribuir para a participação social e para subsidiar políticas públicas. Assim, a gestão estadual da saúde de São Paulo traz sua experiência no uso de Saúde Digital para vigilância e acompanhamento de DCNT.

Recursos de Saúde Digital apoiando atribuições da vigilância de DCNT

É função da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SES-SP) realizar a governança do sistema estadual de saúde, pois é responsável pela formulação da Política Estadual de Saúde e de suas diretrizes, norteadas pelos princípios do Sistema Único de Saúde (SUS), que tem como propósitos promover a saúde dando prioridade às ações preventivas, democratizando as informações relevantes para que a população conheça seus direitos e os riscos à sua saúde, além de propor critérios para definição de padrões e parâmetros de atenção à saúde segundo o Modelo de Vigilância à Saúde¹⁰.

De acordo com as Diretrizes Nacionais de Vigilância em Saúde, a vigilância em saúde faz a proposta de observação e análise permanentes da situação de saúde da população, articulando-se em conjunto com ações destinadas a intervir em seus determinantes, controlar riscos e prevenir danos à saúde de populações que vivem em territórios, garantindo-se, assim, a integridade da atenção – o que inclui tanto o enfoque individual como coletivo de problemas de saúde, permitindo a análise da situação de saúde com identificação, descrição, prioridade e explicação de problemas de saúde da população.

Para a análise da situação de saúde, a recomendação é a utilização de sistemas de informação, indicadores de saúde, fontes diversas de dados, processamento estatístico, construção de séries temporárias, desagregação por grupos e distribuição territorial, considerando valores e culturas locais^{10,11}.

Para a gerência da vigilância sanitária, faz-se necessário estabelecer estratégias de mensuração, desempenho e investir na qualificação e mobilização do corpo técnico e gerente da vigilância em saúde, bem como na melhoria da informação; assim como há necessidade de vigilância de doenças, prioritariamente com base nas principais, segundo os perfis de morbidade e mortalidade. Entre as estratégias, destacam-se o acompanhamento e a avaliação do desempenho, componentes importantes para a gerência de serviços de saúde, ao fornecer elementos de conhecimento que subsidiem a tomada de decisão e propiciem maior eficácia, efetividade e eficiência às atividades desenvolvidas^{12, 13}.

Considera-se que, para a produção de informações voltadas à tomada de decisão, se faz necessário conhecer a distribuição, magnitude e tendência dessas doenças e de seus fatores de risco para a população, identificando-se seus condicionantes sociais, econômicos e do meio ambiente, com a intenção de subsidiar o planejamento, execução, acompanhamento e avaliação das ações de cuidado de saúde de modo factível, íntegro, adequado e eficiente às necessidades sentidas pela população¹⁴.

As DCNT constituem o grupo de doenças de maior magnitude no país, caracterizadas de modo epidemiológico como possibilidade de epidemia, o que é sério problema de saúde coletiva, pois atinge, especialmente, as populações mais vulneráveis, como as de baixa renda e menor escolaridade. A prevenção e controle das DCNT e seus fatores de risco são indispensáveis para evitar um crescimento epidêmico dessas afecções e suas consequências nefastas para a qualidade de vida e para o sistema de saúde do país.

A experiência de outros países mostra que o sucesso das intervenções de saúde pública, no que se refere aos fatores de risco e à redução da prevalência de doenças e agravos não transmissíveis, tem sido atribuído ao enfoque na vigilância de fatores comuns de risco e na promoção de

modos de viver em favor da saúde e da qualidade de vida, tendo um custo menor do que enfoques dirigidos às doenças específicas¹⁴.

O Plano DCNT apresenta diretrizes para a prevenção de fatores de risco de DCNT e para a promoção da saúde da população com vistas em dirimir desigualdades de saúde. Cabem no escopo a criação e fortificação de políticas e programas intersetoriais, a estratégia de organização de serviços em rede, a construção de governança de processos, a produção de informações dirigidas à tomada de decisão com base em provas, o controle social e a inovação na gerência, pesquisa e nos serviços de saúde.

As informações oriundas de um acompanhamento organizado, sistematizado e com método adequado de análise sinalizam a aplicação de uma determinada ação, e a descrição da variedade de tempo tem como intenção captar mudanças que os indicadores apontam¹⁵.

Entre as atribuições do Grupo de Planejamento e Avaliação (GPA) da Coordenadoria de Controle de Doenças (CCD) da Secretaria de Estado da Saúde¹⁶, estão a identificação de prioridades de intervenção com base na análise da situação de saúde e da qualidade de vida da população, proceder o acompanhamento, avaliação e ao controle de processos, resultados e repercussão das ações da Secretaria e as intervenções de promoção e proteção da saúde e de controle de doenças, executadas pelos municípios, propondo, em caráter de complemento ou suplemento, a execução de providências de vigilância epidemiológica e sanitária no plano municipal e até regional.

O Centro de Vigilância Epidemiológica (CVE) da CCD tem a função institucional de acompanhar e controlar a incidência de doenças no estado, a fim de garantir a saúde da população. Para realizar essa tarefa, é necessário coletar, armazenar e analisar grande quantidade de dados relacionados à ocorrência de doenças, incluindo informações sobre sintomas e sinais de pacientes, a situação geográfica, a origem do agravo, entre outros aspectos^{16, 17}.

As informações quanto a doenças cardiovasculares, respiratórias crônicas, cânceres e diabetes (DCNT) e seus principais fatores de risco (nutrição inadequada, tabagismo, uso abusivo de álcool, inatividade física entre outros) e de proteção, assim como aos agravos não transmissíveis (violências e acidentes de trânsito), e sobre a promoção

da saúde, estão a cargo da Divisão de Doenças Crônicas e Não Transmissíveis do CVE¹⁸.

A gerência eficaz desses dados é indispensável para garantir a efetividade de ações de controle de doenças. No entanto, sem um instrumento adequado de análise e comunicação de dados, pode ser difícil para a equipe do CVE acessar, entender e utilizar essas informações de modo eficiente para tomada de decisão e aplicação providências de controle.

Surge, assim, a necessidade de um painel visual (PV) - *dashboard* para agrupar as informações de modo a agilizar a análise de dados, com a apresentação das informações mais importantes, consolidadas e ajustadas em tela de fácil acompanhamento, tornando automática a tarefa de interpretar os dados e permitir análise precisa e rápida de dados¹⁹⁻²².

Recursos da Saúde Digital podem ser a resposta para problemas sentidos pela equipe e seu uso foi tratado em estudo de revisão que identificou na literatura, uma preocupação maior com a prestação de cuidados de saúde do que com o uso da tecnologia e que cuidados para o bem-estar das pessoas, tanto no âmbito populacional, quanto para o individual, tem sido mais enfatizado do que o cuidado de pacientes que sofrem de doenças²³.

O termo “saúde digital” é amplamente utilizado em diversas disciplinas, como a saúde, na computação, mas não existe uma definição consensual para este termo. Em razão de diferentes perspectivas de academia, instituições científicas, indústria e indivíduos, há falta de definição abrangente e precisa de saúde digital. Uma revisão sistemática da literatura identificou os seguintes componentes do ecossistema de inovação em saúde digital: e-saúde, *m-health*, saúde 2.0, telessaúde e telemedicina, vigilância em saúde pública, medicina personalizada, estratégias de promoção da saúde, rastreamento automático, dispositivos vestíveis e sensores, genômica, imagens médicas e sistemas de informação^{1, 23,24}.

A inovação digital permite visão clara e concisa de indicadores e melhor compreensão de tendências e padrões, identificando oportunamente a execução de investimento em ações para o alcance de metas estabelecidas. Os *dashboard* ou painéis visuais são instrumentos que propiciam de maneira organizada, com um alinhamento interativo, subsídios para assertivas tomadas de decisões, ágil e interativo,

com a monitoria de indicadores com os principais números e gráficos compilados em única tela, com fácil acesso, manuseio e informação em tempo real^{20,21}.

Considerando a responsabilidade de acompanhamento e controle da incidência de doenças no estado de São Paulo ^{16,17} para a garantia de saúde da população, por meio do Centro de Vigilância Epidemiológica da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde, elaborou-se um projeto piloto de execução de um *Dashboard* para doenças e agravos não-transmissíveis cujo objetivo principal foi iniciar o projeto piloto de um painel de monitoramento dos indicadores das DCNT para aprimorar os processos do GPA da CCD, na busca da melhoria contínua²³ que será descrito a seguir.

Experiência da Intervenção Digital

Trata-se de um projeto de intervenção em serviço, descrito por método de experiência que versa sobre estudos epidemiológicos, realizado pelos especialistas da equipe nas etapas do desenvolvimento de um Painel Visual (PV) piloto para monitoramento e avaliação e de indicadores de vigilância das DCNT do CVE e posterior extensão a outras áreas da CCD.

As etapas para a construção desse escopo foram:

- **Revisão da literatura:** feita com revisão sobre PV de saúde pública e indicadores e definidos sob critérios de busca para selecionar artigos relevantes com ênfase em instrumentos e linguagens de desenvolvimento, saúde, e relevância no tempo¹⁹⁻²². Os artigos e edições selecionados foram analisados para extrair informações relevantes sobre as melhores práticas, métricas de saúde monitoradas e possíveis problemas na instituição do PV ^{15 19, 22, 25-28}.

- **Formação de um grupo técnico** composto por profissionais das áreas de DCNT e do Planejamento da CCD, e profissionais que tiveram sucesso no desenvolvimento do Sistema Ouvidor SES/SP e na criação dos PV da Ouvidoria Geral do Sistema Único de Saúde da Secretaria do Estado de São Paulo. Foram levantados os indicadores e informações, sob prioridade, pela equipe para serem analisados.

- **Reuniões do grupo técnico:** Desenvolvimento de um cronograma para monitoria de atividades, incluindo a discussão de exigências e funções do PV, alinhamento com as necessidades e expectativas, e a identificação dos principais indicadores de saúde pública para monitoria. Também envolve a definição das fontes de dados, estrutura e *layout* do PV, com prioridade de melhores práticas e uso²⁹.

- **Tecnologias definidas:** O PV foi projetado e desenvolvido utilizando a linguagem de programa R^{27,30,31} integrada ao Power BI *Power Business Intelligence*, HTML (*HyperText Markup Language* - define a estrutura do PV), CSS (*Cascading Style Sheets* - define o estilo visual do PV), *JavaScript* adiciona interatividade e dinamicidade ao PV) e *Bootstrap* (instrumento de desenvolvimento *front-end*). Esta combinação assegura elevada interação, capacidade de resposta e facilidade de uso, com delineamento eficiente para apresentação de dados. A integração de dados é feita por meio de SQL (*Strutured Query Language*), linguagem padrão para manipulação de registros em banco de dados.

- **Validade:** O PV passou por testes para ter validade e aprovação por parte de profissionais de desenvolvimento HQ.

- **Execução:** O PV é executado na infraestrutura do CVE, com apoio técnico contínuo, rede local com a possibilidade de compartilhamento de informações e manutenção para assegurar sua função e desempenho eficiente³².

Produtos obtidos

A concepção do protótipo foi fundamentada em exigências técnicas específicas e funções predefinidas pelo CVE. Este protótipo se concentra inicialmente na análise periódica de índice padrão de mortalidade prematura atribuível às DCNT, do número de óbitos e do cálculo dos coeficientes brutos e padrão, segmentados por gênero. Esses indicadores foram alinhados com as métricas disponíveis no repositório do CVE - DCNT (Figura 1).

Figura 1. Página inicial do Painel de Indicadores DCNT do estado de São Paulo, 2024



Fonte: elaborado pelos autores

Realizou-se análise temporal do coeficiente padrão de mortalidade prematura por DCNT e seus grupos, e, para o ano de 2021, número de óbitos, coeficientes brutos e coeficientes padrão por sexo (Figuras 2 e 3).

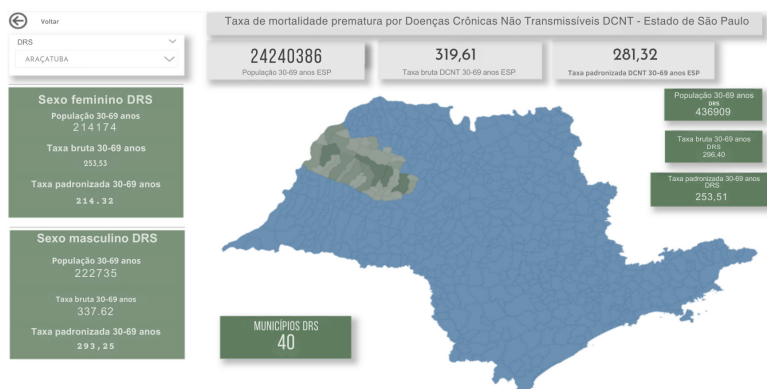
Figura 2. Indicadores de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) – Coordenadoria de Controle de Doenças/ São Paulo, 2024



Fonte: MS/SVS/CGIAE - Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM e 2000 a 2021 – Estimativas populacionais preliminares

Fonte: elaborado pelos autores

Figura 3. Painel de Indicadores de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT). Coordenadoria de Controle de Doenças. São Paulo, 2024



Fonte: elaborado pelos autores

Os indicadores específicos relacionados ao coeficiente de mortalidade prematura por DCNT foram meticulosamente definidos, tanto em sua forma bruta quanto padrão, abrangendo:

- Coeficiente de mortalidade prematura por câncer
- Coeficiente de mortalidade prematura por câncer de mama
- Coeficiente de mortalidade prematura por câncer de colo de útero
- Coeficiente de mortalidade prematura por câncer de aparelho digestivo
- Coeficiente de mortalidade prematura por doenças respiratórias crônicas
- Coeficiente de mortalidade prematura por doenças cardiovasculares
- Coeficiente de mortalidade prematura por diabetes

Considerações Finais

As doenças crônicas não transmissíveis têm representado elevado e crescente carga para o sistema de saúde nos últimos anos no estado de São Paulo, no Brasil e em todo o mundo.

Tendo em vista este significativo peso, existe a real necessidade de contínuos investimentos no âmbito de políticas públicas de saúde para a prevenção e controle deste importante agravamento que constitui o cenário epidemiológico atual e que vem causando mortes precoces, além de alterar a qualidade de vida da população.

Desse modo, a execução de um Painel Visual (*dashboard*) para a monitoria e avaliação das DCNT mostra-se como potente e importante instrumento de democratização da informação sobre os objetos, as metas e os resultados alcançados pela gerência da instituição contribuindo significativamente para melhor governo do sistema de saúde, ampliando a confiança na instituição.

Esse tipo de atividade elaborada de modo constante levará certamente a um trabalho intersetorial com mais aproximação entre a rede de serviços, órgãos de ensino e pesquisa e a administração de saúde, ao se produzir provas científicas para apoiar intervenções, cumprindo um dos princípios basilares da promoção da saúde.

O painel apresenta-se como um instrumento que parte de melhor compreensão sistêmica e específica de dados trabalhados na área das DCNT da SES-SP mostrando ser um recurso a ser incorporado na cultura da instituição.

Esse tipo de atividade deve ser sempre estimulado e renovado por meio de identificação e visão mais apurada de dados, permitindo um acesso mais ágil e o uso oportuno desses dados e suas análises para tomada de decisões com base em realidades mais próximas da gerência institucional. Constitui-se, portanto, em excelente intervenção voltada a ampliar a capacidade de governo.

Referências

1. Iyawa GE, Herselman M, Botha A. Digital health innovation ecosystems: From systematic literature review to conceptual framework. *Procedia Computer Science* [internet]. 2016;100: 244-252 <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.149>.
2. Oliveira CM, Casanova AO. Vigilância da saúde no espaço de práticas da atenção básica. *Cien Saude Colet*. 2009; 14(3):929-936.
3. Brasil. Decreto nº 9.901, de 8 de julho de 2019, traz o conceito de governança para a administração pública. Portal da Câmara dos Deputados. https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/doencas-cronicas-nao-transmissiveis-dcnt/09-plano-de-DCNT-2022_2030.pdf
4. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas e agravos não transmissíveis no Brasil 2021-2030 [internet]. Brasília (DF); 2021 [acesso em 10 out 2024]. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/doencas-cronicas-nao-transmissiveis-dcnt/09-plano-de-dant-2022_2030.pdf
5. Ferreira APS, Szwarcwald CL, Damacena GN. Prevalência e fatores associados da obesidade na população brasileira: estudo com dados aferidos da Pesquisa Nacional de Saúde 2013. *Rev Bras Epidemiol* 2019; 22: E190024
6. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saúde: 2019: atenção primária à saúde e informações antropométricas [internet]. IBGE; 2020 [acesso em 27 nov 2024]. Disponível em: <https://abeso.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Pesquisa-Nacional-de-Saude-2019.pdf>
7. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. VIGITEL 2006-2021: Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica do estado nutricional e consumo alimentar nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal entre 2006 e 2021 [internet]. [acesso em 15 set 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/vigitel/vigitel-brasil-2006-2021#:~:text=Vigitel%20Brasil%202006%2D2021%20%3A%20vigil%C3%A2ncia,2006%20e%202021%20%3A%20tabagismo%20e>
8. FIOCRUZ Brasília. Metade dos adultos brasileiros com obesidade em 20 anos. 26 de junho de 2024. Disponível em <https://www.fiocruzbrasil.fiocruz.br>

9. Tavares SMG, Vieira DC, Paula SHB, Figueiredo RMD, Goroso DG. Percepção corporal em pré-adolescentes e adolescentes com sobrepeso e obesidade: uma análise junguiana. *Psico* [internet]. 2020; 51(4): e34216. Doi:10.15448/1980-8623.2020.4.34216
10. Ministério da Saúde (BR). Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 588, de 12 de julho de 2018. *Diário Oficial da União*. 13 ago 2018; Seção 1:87-90. <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/politica-nacional-de-vigilancia-em-saude>
11. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Vigilância à Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Diretrizes Nacionais da Vigilância em Saúde [internet]. Brasília (DF); 2010 [acesso em 10 jun 2024]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_nacionais_vigilancia_saude.pdf
12. Costa JBS, Felisberto E, Bezerra LCA, Cesse EAP, Samico IC. Monitoramento do desempenho da gestão da vigilância em saúde: instrumento e estratégias de uso. *Cien Saude Colet* [internet]. 2013 [acesso em 25 mar 2024]; 18(5):1201-1216. <https://www.scielo.br/j/csc/a/7hBw8VgzLcyCvR3FKfjq47k/?format=pdf&lang=p>.
13. Tanaka OY, Tamaki EM. O papel da avaliação para a tomada de decisão na gestão de serviços de saúde. *Cien Saude Colet* [internet]. 2012 [acesso em 25 mar 2024]; 17(4):821-8. Doi:10.5123/S1679-49742016000300014
14. Ministério da Saúde (BR). A vigilância, o controle e a prevenção das doenças crônicas não-transmissíveis: DCNT no contexto do Sistema Único de Saúde brasileiro/ Brasil [internet]. Brasília (DF); 2005 [acesso em 25 mar 2024]. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_nacionais_vigilancia_saude.pdf
15. Tamaki EM, Tanaka OU, Felisberto E, Alves CKALA, Drumond Junior, M, Bezerra LCA, CMM, Miranda AS. Metodologia de construção de um painel de indicadores para o monitoramento e a avaliação da gestão do SUS. *Cien Saude Colet* [internet]. 2012 [acesso em 28 abr 2024]; 17(4): 839-849. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/5Vd9wFMMrTW3xxNGpzMxWkS/abstract/?lang=pt>
16. São Paulo (Estado). Decreto nº 54.739, de 2 de setembro de 2009. Reorganiza a Coordenadoria de Controle de Doenças - CCD, da Secretaria da Saúde, e dá providências correlatas [internet]. [acesso em 29 abr 2024]. Disponível em: https://www.imprensaoficial.com.br/DO/GatewayPDF.aspx?link=/2009/executivo%20secao%20i/setembro/03/pag_0003_76IBC0UURPEHFe1JR5BKFOl4D95.pdf
17. São Paulo (Estado). Decreto nº 28.233, de 3 de março de 1988. Da nova redação a dispositivo do Decreto n. o 24.565, de 27 de dezembro de 1985 e dá ou-

- tra providência [internet]. [acesso em 26 jun 2024]. Disponível em: https://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/institucional/decreto_28.233_3marco1988.pdf
18. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SP). Centro de Vigilância Epidemiológica Prof. Alexandre Vranjac. Doenças Crônicas Não Transmissíveis. Dados Estatísticos [internet]. [acesso em 28 fev 2025]. Disponível em: <https://www.saude.sp.gov.br/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica-prof.-alexandre-vranjac/areas-de-vigilancia/doencas-cronicas-nao-transmissiveis/dados-estatisticos>
 19. Barbosa ALS. Dashboard [internet]. Brasília: Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro Universitário de Brasília, 2017 [acesso em 15 nov 2024]. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação Lato Sensu em Engenharia. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/12096/1/51600093.pdf>
 20. Kalendae. Entenda a importância de ter um painel de indicadores para o seu setor [internet]. [acesso em 25 mar 2024]. Disponível em: <https://kalendae.com.br/blog/painel-de-indicadores/>
 21. Carnevalle CV, Villela EFM, Caciatore ER, Moraes MS, Moraes MA, Shirassu MM, Ferreira PC. Relato de experiência: implantação de um painel visual (Dashboard) para monitoramento e avaliação das doenças e agravos não transmissíveis. *Revista Contemporânea* [internet]. 2024 [acesso em 25 mar 2024];4(6). <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/4587>
 22. Freitas H. Análise de dados qualitativos: aplicações e as tendências mundiais em sistemas de informação. *Revista de Administração da USP, RAUSP* [internet]. 2000; 35(4): 84-102. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/16545/analise-de-dados-qualitativos--aplicacao-e-tendencias-mundiais-em-sistemas-de-informacao>
 23. Fatehi F, Samadbeik M, Kazei A. What is Digital Health? Review of Definitions. *Stud Health Technol Inform* [internet]. 2020 [acesso em 10 nov 2024];275:67-71. doi: 10.3233/SHTI200696. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33227742/>
 24. Colepícolo E, Falcão AEJ, Teixeira FO, PISA IT. Epistemologia em informática em saúde (cap. 8). Epistemologia em informática em saúde. In: Keinert TMM, Sarti FM, Cortizo CT, PAULA SHB. Proteção à privacidade e acesso às informações em saúde: tecnologias, direitos e ética [internet]. São Paulo: Instituto de Saúde; 2015 [acesso em 10 jan 2025]. p.219-223. (Temas em Saúde Coletiva; 18). Cap. 18. Disponível em: <https://www.saude.sp.gov>

- br/resources/instituto-de-saude/homepage/temas-saude-coletiva/pdfs/14470instsaude.pdf
25. Bittar OJN, Biczysk M, Serinolli MI, Novaretti MCZ, Moura MMN. Sistema de informação em saúde e sua complexidade. *Rev. Adm. Saúde* [internet]. 2018;18(70). DOI: 10.23973/ras.70.77
 26. Benito GAV, Licheski AP. Sistema de informação apoiando a gestão do trabalho em saúde *Revista Brasileira de enfermagem – REBEn* [internet]. 2009 [acesso em 10 jun 2024];62(3):447-50. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/CVrVqCsxdkmJmDpSZpbkCDh/abstract/?lang=pt#>
 27. Santos TO, Pereira L, Silveira DT. Implantação de sistemas informatizados na saúde: uma revisão sistemática *Reciis – Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde* [internet]. 2017 [acesso em 10 jun 2024];11(3). Disponível em: <https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/1064>
 28. Paulino CM, Belotti L, Azevedo MKZ, Frazão P. Cobertura dos dados de fluoreto em sistemas de abastecimento de água usando o Software R. *Rev. Saúde Pública* [internet]. 2022 [acesso em 18 no 2024]; 56 (Epub 29). Disponível em: <https://rsp.fsp.usp.br/artigo/cobertura-dos-dados-de-fluoreto-em-sistemas-de-abastecimento-de-agua-usando-o-software-r/>
 29. Dutra EB, Gomes VC. Painel de Monitoramento e de avaliação da gestão do SUS: um mapeamento das principais fontes de informações públicas de saúde no Brasil com base no modelo sistêmico. *Revista FOCO 2019* [acesso em 10 jan 2025];12(3):63-81. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/15>
 30. Albertin AL. Aumentando as chances de sucesso no desenvolvimento e implementação de sistemas de informações. *Revista de Administração de Empresas, ERA* [internet]. 1996; 36 (3): 61-69. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/jMnywGV7JCM3p9SjJHjtVjB/?format=pdf>
 31. Faria PD, Parga JPFA. Introdução à Linguagem R: seus fundamentos e sua prática [internet]. 2. ed. Belo Horizonte: 2021 [acesso em 20 set 2024]. Disponível em: https://pedrofaria.netlify.app/pt/publication/book/introducao_linguagem_r
 32. Andrade DG, Falk JA. Eficácia de sistemas de informação e percepção de mudança organizacional: um estudo de caso. *Revista de Administração Contemporânea* [internet]. 2001 [acesso em 15 dez 2024];5(3):53-84. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/GWsTCZxhZMKskWdpMLSGbKG/>

Evolução das Tecnologias de Monitoramento Remoto

Petronio Cabral Ferreira^I, Daniel Gustavo Goroso^{II}

Introdução

A Telemedicina refere-se à utilização de um sistema de telecomunicação para fornecer cuidados de saúde, informação e educação a um paciente que está geograficamente distante do prestador de saúde. Em termos conceituais, a prática da telemedicina, antes da era eletrônica, baseava-se na troca de informações clínicas entre prestador de saúde/paciente ou prestador/prestador, feita diretamente ou por correspondência postada, remontando ao século XVIII¹.

O progresso tecnológico e de sistemas de comunicação eletrônicas permitiu que prestadores de serviços e pacientes desfrutassem de novas e mais eficazes formas de trocar informações. Sistemas de comunicação analógicos, como telégrafo, telefone ou o rádio, tinham funções modestas, mas significantes, no início da história da telemedicina. Ao longo do tempo, a telemedicina no Brasil teve notável crescimento e consolidação, impulsionada pelo estímulo proveniente de agências de fomento à pesquisa e iniciativas de governo. Esses incentivos contribuíram para a formação de equipes e núcleos de pesquisa em diversas instituições universitárias no país².

I Petronio Cabral Ferreira. graduado em Engenharia Mecânica pela Escola de Engenharia Mauá, Mestrado em Ensino de Ciências pela Universidade Cruzeiro do Sul e Doutorado em Engenharia Biomédica pelo Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade Mogi das Cruzes.

II Daniel Gustavo Goroso (danielg@umc.br) é físico pela Faculdade de Ciências Exatas da Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina. Doutor em Engenharia Biomédica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com pós-doutorado pelo UC Davis Health Center da University of California, Estados Unidos. Professor visitante no College of Medicine da University North State of California, Estados Unidos, é professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC)..

Em decorrência de resultados positivos, crescimento e expansão dessas atividades, o Ministério da Saúde estabeleceu, em 2007, o projeto-piloto intitulado Telessaúde^{2,3}. Esse projeto é um marco, refletindo o compromisso de governo em promover a Telemedicina como um instrumento eficaz para melhorar o acesso aos serviços de saúde, especialmente em regiões remotas e com menor infraestrutura médica. O investimento nessas iniciativas mostra o reconhecimento da Telemedicina para superar barreiras geográficas e socioeconômicas, contribuindo para a melhoria do sistema de saúde brasileiro.

O progresso das tecnologias de telecomunicação tem sido a base para o crescimento contínuo da Telemedicina, expandindo de modo significativo seu escopo de atuação ao longo dos anos. Novos conceitos taxonômicos, derivados da Telemedicina e adaptados à natureza específica do ato clínico emergiram, incluindo Teleconsulta, Telediagnóstico, Telecirurgia, Tele-emergência, Telemonitorização e Teleformação⁴.

Enquanto a definição de Telemedicina está intrinsecamente associada à prestação de serviços médicos e à forma como os atos de saúde são realizados remotamente, a definição de *Telehealth* ou Telessaúde é mais abrangente, englobando a promoção da saúde na interação paciente-médico, assim como aspectos relacionados à proteção e saúde pública⁵.

O telediagnóstico representa uma prática inovadora no campo da saúde, envolvendo a produção de laudos e avaliação de exames por meio da transmissão eletrônica de imagens, dados e gráficos pela Internet. Esse enfoque utiliza tecnologias de vanguarda, operando *online*, oferecendo informações e diagnósticos médicos a pacientes e profissionais de saúde que se encontram em lugares distantes: “Uma das principais vantagens do telediagnóstico é otimizar o processo de emissão de laudos de exames ao facilitar o acesso a especialistas e garantir que possam ser feitos de forma mais segura e efetiva”⁶.

A telemedicina, impulsionada pela aplicação de tecnologia de ponta, tem avançado especialmente com a incorporação de sistemas baseados em inteligência artificial (IA). A automação de processos e na tomada de decisões prioritárias, particularmente em situações de urgência médica. Contudo, apesar dos avanços notáveis, o campo ainda tem muito a ex-

plorar e expandir, dada a natureza exponencial e escalável do desenvolvimento tecnológico e computacional, conforme o Portal de Telemedicina⁷.

(...) com computadores capazes de armazenar e processar um enorme repertório de dados, é possível cruzar as informações e imagens captadas digitalmente em exames e laudos e transmitidas via telemedicina. Este conhecimento, somado ao histórico dos pacientes, que também já são armazenados digitalmente, podem trazer muitos ganhos a médicos e pacientes na definição de diagnósticos cada vez mais precisos.⁷

O contínuo progresso nessa área promete transformar ainda mais a prestação de cuidados de saúde, propiciando soluções inovadoras e eficientes para melhor atender às necessidades médicas da sociedade.

Tecnologia de saúde móvel (mHealth)

A ascensão da Internet e das tecnologias relacionadas trouxe nova dimensão para a Telemedicina, uma oferta expandida de serviços e informações sobre saúde, dando origem ao conceito de *eHealth* ou, em português, e-Saúde. Conforme a definição apresentada em 2001⁸, adotada posteriormente por outros autores⁹, o *eHealth* transcende um mero instrumento tecnológico, pois é nova forma de trabalhar, uma atitude e um compromisso para o trabalho em rede. É enfoque característico de mentalidade global, visando aprimorar os cuidados de saúde em níveis local, regional e internacional usando como veículo tecnologias de informação e comunicação. Boogerd *et al.*¹⁰, em 2015, acrescentam à definição de Eysenbach⁸ o conceito de “*state-of-mind*” ou “forma de pensar”, enfatizando a mentalidade revolucionária do *eHealth*.

O desenvolvimento e o amplo acesso às tecnologias de comunicação e redes móveis abriram portas para que o *eHealth* pudesse ser aplicado na melhoria de acesso aos cuidados de saúde. A prática médica e de saúde pública apoiada por dispositivos móveis, como telefones celulares, dispositivos de monitoramento de pacientes, assistentes digitais pessoais (PDA) e outros acessórios sem fio, é conhecido como saúde móvel ou *mobile health* ou *mHealth*.

A tecnologia móvel abrange dispositivos e sensores sem fio, incluindo telefones celulares, destinados a serem usados, transportados ou acessados pelas pessoas durante suas atividades diárias normais¹¹. Esse progresso tecnológico é resposta inovadora para superar barreiras geográficas e socioeconômicas, obtendo-se acesso eficiente para a prestação de serviços de saúde. O *mHealth*, assim, não só é a convergência entre tecnologia e saúde, mas resulta em capacidade transformadora dessas inovações na melhoria da prestação de cuidados médicos e de saúde.

Essas tecnologias não somente tornam mais ágeis novos métodos de coleta de dados, oferecendo maior precisão, frequência de amostras e conveniência, mas também reduz gastos financeiros em comparação com os métodos tradicionais¹¹. As soluções de *mHealth* são centradas na pessoa e se caracterizam por serem ubíquas, graças a integração da tecnologia móvel com a Internet. Isso coloca o paciente no centro do processo de cuidado, permitindo uma coleta contínua de dados de saúde no dia a dia, promovendo a personalização dos cuidados e aprimorando a intervenção médica nas afecções. Ao integrar a tecnologia móvel de modo ubíquo, a *mHealth* transforma a coleta de dados, redefine a interação entre os profissionais de saúde e os pacientes, constituindo um modelo participante pois centrado no indivíduo.

No documento “*mhealth New horizons for health through mobile Technologies*” (Saúde Móvel Novos horizontes para a saúde por de tecnologias móveis), de 2011, a Organização Mundial de Saúde (OMS) define *mhealth* como:

Um componente de saúde sem fio. Até à data, nenhuma definição padrão de *mhealth* foi estabelecida. Para efeitos do estudo, o Observatório Global para *ehealth* (GOE), definiu *mhealth* ou saúde móvel como prática médica e de saúde pública com base em dispositivos móveis, como telefones celulares, dispositivos de monitoramento de pacientes, assistentes digitais pessoais (PDAs), e outros dispositivos¹².

A maioria de governos de países com diferentes níveis de renda já adotava essas tecnologias como complemento e reforço aos sistemas de

saúde para alcançar as Metas de Desenvolvimento do Milênio, agora denominadas Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Este interesse se manifestou em uma série de aplicações de *mhealth* em todo o mundo que fornecem provas precoces da potência de tecnologias móveis e sem fio. O *mhealth* está sendo aplicado na saúde materna e infantil e em programas para reduzir a carga de doenças relacionadas com a pobreza, incluindo HIV/AIDS, e falta de imunizações¹².

Ao instituir esses instrumentos, os governos queriam não só um suplemento, mas reforçar seus sistemas de saúde, alinhando-se com as Metas de Desenvolvimento do Milênio. Esse enfoque reflete um compromisso global para melhorar a saúde e promover avanços expressivos em diversos indicadores, demonstrando a utilidade da inovação tecnológica rumo a um futuro mais sadio e sustentável.

mHealth para pacientes com doença de Parkinson

A ascensão da tecnologia digital trouxe uma revolução na monitoria contínua de manifestações e características relacionadas a doenças no cotidiano dos usuários. Tecnologias digitais equipadas com acelerômetros, giroscópios, magnetômetros, monitores de frequência cardíaca, resistores galvânicos de pele e barômetros tem a capacidade de coletar dados de modo contínuo em qualquer lugar e em tempo real. Dispositivos que incorporam essas tecnologias, notadamente os dispositivos móveis, já estão largamente disponíveis e são amplamente aceitos. Esses recursos, muitas vezes projetados como acessórios, como relógios de pulso ou integrados de modo adaptável nos braços, pés ou sapatos, têm desfrutado de aceitação generalizada¹³.

Existe expectativa crescente em relação às tecnologias de telemedicina digital voltadas para a mensuração dos sinais da doença de Parkinson (DP), antevendo um notável avanço na pesquisa clínica e monitoria do tratamento. Esses recursos têm a capacidade de oferecer medições frequentes e móveis de sinais clinicamente relevantes, fazendo uso de

sensores eletrônicos que incorporam protocolos tanto ativos (como a execução de testes específicos) quanto passivos (como a monitoria de movimentos durante as atividades diárias)¹⁴.

Os biomarcadores digitais apresentam três vantagens apreciáveis em comparação aos testes clínicos convencionais. Em primeiro lugar, ao utilizar dados objetivos provenientes de sensores com variedade e aplicativos projetados para medir sinais e sintomas clínicos, esses biomarcadores quantificam a gravidade de sintomas com mais precisão do que as escalas de avaliação clínica tradicionais. O uso desses recursos mais precisos pode fornecer *insights* valiosos sobre a progressão da doença e a eficácia do tratamento^{15,16}.

Em segundo lugar, ao permitir testes ativos diários e monitoria passiva contínua, os biomarcadores digitais tornam exequíveis testes diários em estudos longitudinais, com uma frequência que antes era impensável. Essa capacidade promete uma medição mais precisa, especialmente para doenças com variedade na gravidade de sintomas, como a doença de Parkinson^{15,16}.

Por último, a monitoria passiva possibilita a observação dos efeitos da doença de Parkinson na vida cotidiana dos pacientes em sua ambiência domésticos habituais, proporcionando métricas ecologicamente válidas para avaliar o estado da doença e os impactos do tratamento. Essa abordagem mais holística e contínua representa um avanço significativo na compreensão e gestão de doenças neurológicas, oferecendo uma visão mais abrangente e precisa da experiência do paciente^{15,16}.

Esse enfoque permite a quantificação e/ou previsão de desfechos relacionados à saúde, ao oferecer apoio aos processos diagnósticos. A promessa desse enfoque é significativa, pois sugere aperfeiçoamento nos resultados de ensaios clínicos, melhoria no delineamento dos estudos clínicos e avanço na monitoria de tratamento para a doença de Parkinson.

Os sistemas de monitoria contínua se constituem em promissora vertente para a coleta abrangente de dados relevantes sobre a doença de Parkinson em ampla variedade de suas manifestações. Antecipa-se que esses sistemas se tornarão facilmente acessáveis e amplamente utilizados, dispensando a necessidade de interação ativa por parte do usuário.

Além disso, espera-se que recebam aprovação de autoridades reguladoras e tenham seus custos cobertos por seguros de saúde. A tecnologia de medição subcutânea contínua da glicose em pacientes com diabetes oferece um modelo bem-sucedido para orientar o desenvolvimento de dispositivos semelhantes no campo dos distúrbios do movimento¹⁷.

Diversos estudos piloto de pesquisa têm alcançado êxito no desenvolvimento de aplicativos para *smartphones* voltados para a doença de Parkinson. Nessas investigações preliminares, a prova de conceito geralmente foi estabelecida em ambiência clínica, mostrando diferenças expressivas entre indivíduos com doença de Parkinson e controles saudáveis, ou estabelecendo relações notáveis entre as medidas baseadas em sensores e o padrão clínico de referência, a Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (MDS-UPDRS), patrocinada pela Sociedade Internacional de Distúrbios do Movimento e Doença de Parkinson¹⁸.

Estudo¹⁹ que envolveu 14 participantes com doença de Parkinson, com média de 3,7 anos de duração da doença, utilizou o MDS-UPDRS e um aplicativo Android personalizado com testes ativos, como repouso, tremor postural e cinético, pronação-supinação, agilidade das pernas e toque dos dedos, os dados extraídos dos sensores relacionaram-se significativamente com as pontuações correspondentes aos itens do MDS-UPDRS. Essa integração de tecnologia móvel e avaliação clínica padrão revela as possibilidades promissoras desses aplicativos para monitoria e intervenção na doença de Parkinson, sob enfoque mais dinâmico e personalizado no manejo dessa afecção neurodegenerativa.

Desenvolvimento das tecnologias móveis em saúde

A disponibilidade de tecnologias móveis em saúde para os usuários finais envolve colaboração complexa entre diversos agentes ao longo do processo, desde a concepção até a sua utilização. Profissionais de saúde, desenvolvedores, governo, comunidade científica e instituições de saúde compõem de modo decisivo o ecossistema de tecnologia. É indispensável essencial que os desenvolvedores interajam proativamente nas fases de planejamento e aplicação dos serviços, com profissionais de saúde, empresas e outras partes interessadas, como especialistas,

consumidores e entidades que podem influir e apoiar a utilização de tecnologias *mHealth*²⁰.

O custo de aplicação de uma tecnologia emerge como um obstáculo para a difusão generalizada das tecnologias móveis em saúde. Para superar essa barreira, a oferta gratuita ou de baixo custo é estratégia vital para ampliar o acesso aos usuários. Além disso, é imperativo considerar soluções para cenários em que o dispositivo utilizado pelo usuário é controlado por outra pessoa. Garantir que o conteúdo seja acessável a usuários com baixo nível de escolaridade, diferentes habilidades linguísticas ou letramento digital limitado é preocupação no desenvolvimento dessas tecnologias²¹.

Sob aspecto metodológico, a falta de regulamentos e padrões de avaliação de qualidade para as tecnologias *mHealth* torna desafiadora a identificação dos recursos mais adequados para usuários, cuidadores e profissionais de saúde. Uma revisão abrangente²² das escalas de classificação utilizadas na avaliação de aplicativos móveis de saúde, analisando a finalidade, o conteúdo e os usuários-alvo pretendidos em cada escala, revelou a existência de 23 escalas de avaliação de uso e 25 escalas de classificação de qualidade, e apenas uma delas era destinada a usuários não especialistas.

Todas as demais escalas foram desenvolvidas para a avaliação por parte de desenvolvedores e pesquisadores. Apesar de governos e organizações proporem revisões de aplicativos de saúde para dispor ao público aqueles com maior qualidade, essas iniciativas ainda ocorrem de forma isolada, denotando a falta de um enfoque mais coordenado e abrangente na regulação e avaliação dessas tecnologias²².

Por todo o Brasil diversas empresas ligadas a área da saúde, instituições médicas e órgãos reguladores se dedicam a incentivar e impulsionar a assistência remota à saúde. Segundo o Portal Telemedicina⁷:

As principais universidades públicas e privadas já dispõem de unidades e núcleos especificamente voltados ao estudo e à aplicação da telemedicina. A Rede Universitária de Telemedicina (RUTE), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação conta com uma centena de unidades em operação no país. Também já podemos encontrar programas basea-

dos na Inteligência Artificial em alguns hospitais referência como o Albert Einstein, em São Paulo, onde há aparelhos de imagem capazes de apontar possíveis doenças e encaminhar notificações automaticamente para o médico, equipamentos que enviam sinais vitais do paciente diretamente para os prontuários, entre outros. O governo também investiu na compra de três supercomputadores que são capazes de aumentar em até 10 vezes a capacidade de armazenamento de dados do SUS.

Contudo, a telemedicina não deve ser um substituto da medicina tradicional, mas sim como um recurso efetivo para a prestação segura de assistência especializada. A sua função é de complemento, oferecendo de maneira inovadora de acesso à saúde, especialmente em situações onde a distância física representa uma barreira para atender os pacientes.

Legislação e ética em mHealth

Nos Estados Unidos, a Lei de Responsabilidade e Portabilidade de Seguros de Saúde (*Health Insurance Portability and Accountability Act*, HIPAA), promulgada em 1996, serve como o arcabouço legislativo para a regulação de dados digitais em saúde. No entanto, é importante observar que alguns estados americanos, como a Califórnia e o Colorado, já haviam instituído legislações mais rigorosas e abrangentes em 2018, que tratam de os direitos de privacidade e proteção de dados de maneira mais completa²³. Essa tendência para regulações mais rigorosas também é observada na União Europeia, que introduziu em 2018 a Regulação Geral de Proteção de Dados (*General Data Protection Regulation*), estabelecendo regras abrangentes para a circulação e proteção de dados pessoais. Essas iniciativas refletem o crescente reconhecimento da importância da privacidade e segurança de dados na era digital.

Na América Latina, países como Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e Uruguai seguiram a tendência global estabeleceram legislações específicas para regular a proteção de dados, os direitos dos pacientes e questões relacionadas a prontuários e prescrições eletrônicas²⁴. Essas legislações visam garantir padrões éticos e legais na utilização de informações

de saúde, reconhecendo a necessidade de salvaguardar a privacidade e a confidência de dados dos pacientes em contexto digital de constante evolução.

No Brasil, o artigo 1º da Constituição Federal de 1988, ao tratar da Dignidade da Pessoa Humana, mostrou preocupação de legisladores com a saúde, pois reconheceram que a dignidade só é plenamente alcançada quando o Estado garante as condições mínimas para a sobrevivência do cidadão. De maneira mais específica, o artigo 6º da Constituição estabelece a saúde como um Direito social do povo, conferindo aos cidadãos o direito legítimo de acesso à saúde. Isso significa que, caso a prestação desse direito não ocorra de forma satisfatória, seja por ação ou omissão do poder público, os pacientes têm legitimidade para exigir essa prestação em Juízo. Esse fundamento constitucional afirma a relevância da saúde como um elemento indispensável para assegurar a dignidade e os direitos dos cidadãos brasileiros.

Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição.²⁵

Ao utilizar serviços digitais em saúde, depara-se com um volume substancial de informações dos usuários, frequentemente coletadas e armazenadas em plataformas digitais. Esse cenário levanta considerações éticas decisivas, centradas em princípios basilares da ética médica e de saúde. A privacidade emerge como respeito aos indivíduos exigindo providências robustas para proteger informações sensíveis dos usuários. A beneficência e não maleficência, princípios éticos que visam o bem-estar dos pacientes e a prevenção de danos, tornam-se indispensáveis na prestação de serviços digitais em saúde²⁶.

Além disso, questões de justiça entram em jogo, frisando-se a importância de garantir que o acesso a esses serviços seja equitativo, evitando-se disparidades no cuidado de saúde digital. A confiança é um componente vital nesse ecossistema, exigindo transparência na coleta e uso de dados, bem como salvaguardas sólidas para garantir a segurança e in-

tegridade das informações do usuário. Paralelamente, a crescente dependência desses serviços digitais impõe a necessidade de letramento digital dos usuários, acesso a equipamentos adequados e uma conexão confiável com a Internet para garantir uma participação efetiva e informada.

Para além das questões éticas inerentes, os problemas relacionados à adoção e difusão de tecnologias móveis na área da saúde são complexos e multifacetados. Semelhante à tele saúde, o sucesso dessas tecnologias está intrinsecamente ligado à sua aplicação em consonância com os sistemas de saúde existentes. Isso implica em consideração abrangente de questões locais, problemas regulatórios, jurídicos, tecnológicos, financeiros, de organização e qualificação das equipes²⁷.

A integração eficaz de tecnologias móveis requer compreensão profunda dos contextos específicos em que serão utilizadas. Isso envolve a consideração das nuances regulatórias e legais que podem ter variedade entre diferentes jurisdições. Além disso, questões tecnológicas, como interoperabilidade de sistemas e segurança da informação, devem ser cuidadosamente tratadas para garantir a eficácia e a confiança dessas soluções.

Os entraves financeiros são uma realidade incontornável, pois há necessidade de investimentos adequados para a necessidade de infraestrutura, treinamento de pessoal e manutenção dos sistemas. Aspectos de organização, incluindo a capacidade de adaptação das instituições de saúde às mudanças tecnológicas, também são importantes. A aceitação e engajamento dos profissionais de saúde e dos usuários finais são decisivos para o sucesso da utilização, destacando-se a importância de se considerar as dimensões humanas nesse processo²⁷.

Para superar as limitações inerentes ao desenvolvimento de tecnologias móveis em saúde, é deve-se considerar não apenas os desafios tecnológicos, mas também as limitações sociais que podem criar disparidades no acesso aos serviços de saúde digital. Os provedores de saúde e outros defensores da adoção de tecnologias móveis devem ter uma visão abrangente, levando em conta considerando fatores socioeconômicos e de infraestrutura que possam restringir a disponibilidade e o acesso a essas tecnologias.

Um dos principais questões socioeconômicas é a disponibilidade de *smartphones* ou outros dispositivos móveis. A adoção generalizada

dessas tecnologias pode ser limitada em comunidades em que a posse de dispositivos móveis é baixa. Portanto, estratégias de inclusão devem ser desenvolvidas para garantir que as soluções em saúde digital não deixem ninguém para trás. Isso pode incluir parcerias com organizações locais, de governo ou sem fins lucrativos para fornecer acesso a dispositivos ou para criar pontos de acesso comunitários^{24,26}.

Além disso, deve-se reconhecer as disparidades na infraestrutura de conexão. Em áreas onde o acesso a Internet é um problema, os provedores de saúde devem explorar alternativas, como soluções *offline* ou o uso de redes móveis de baixo custo. Isso garante que mesmo em regiões remotas ou desfavorecidas, os benefícios da saúde digital possam ser estendidos.

Considerações finais

À medida que as tecnologias digitais de saúde avançam, é imperativo que as legislações sejam aperfeiçoadas concomitantemente para que se lide com questões emergentes relacionadas à segurança e privacidade. A segurança deve ser uma preocupação central desde as fases iniciais do desenvolvimento técnico dessas soluções, garantindo-se que as inovações tecnológicas se alinhem com padrões éticos e legais robustos. Uma das principais áreas de atenção diz respeito à proteção de dados, que exige legislações com diretrizes claras sobre como as informações de saúde dos usuários são coletadas, armazenadas e utilizadas²⁴.

Além disso, a legislação deve versar sobre questões relacionadas ao compartilhamento de informações sob confidência. Mecanismos rigorosos para evitar o compartilhamento não autorizado de dados com terceiros devem ser estabelecidos, protegendo a privacidade dos usuários e mantendo a confiança no ecossistema de saúde digital. A exposição acidental ou o vazamento de dados de saúde são enormes riscos que requerem providências legais rigorosas para se imputar responsabilidade em caso de incidentes.

Referências

1. Ferrer-Roca O, Sosa-Iudicissa MC, editores. Handbook of telemedicine. IOS press; 1998.
2. Pereira HR, Linhares FR. Panorama de patentes em telemedicina no mundo. Revista Acreditação: ACRED. 2016; 6(12):84-93. Disponível em: [Panorama de patentes em telemedicina no Mundo - Dialnet](#)
3. Wen CL. Telemedicina e Telessaúde: um panorama no Brasil. Informática Pública. 2008;10(2):7-15. Disponível em: http://www.pbh.gov.br/informatica-publica/ANO10_N2_PDF/telemedicina_tesaude.pdf
4. Matos R, Santana R, Mendes RV, Marques AP, Mestre R. Telemedicina em Portugal: onde estamos. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 2014.
5. Antoniotti NM. Business Aspects of Telemedicine. In: Latifi R, Doarn CR, Merrell RC, editores. Telemedicine, Telehealth and Telepresence: Principles, Strategies, Applications, and New Directions. 2021, p. 141-155.
6. Troncoso R. Telemedicina ou telediagnóstico: qual a diferença? [internet]. [acesso em 08 out 2020]. Disponível em: <https://portaltelemedicina.com.br/blog/teleconsulta-telemedicinatelediagnostico-qual-a-diferenca>
7. Portal Telemedicina. Portarias e Normas que regem a telemedicina no Brasil [internet]. [acesso em 26 out 2023]. Disponível em: <<https://portaltelemedicina.com.br/regulamentacao-da-teleconsulta>>.
8. Eysenbach G. What is e-health? J Med Internet Res 2001;3(2):e20. doi: 10.2196/jmir.3.2.e20 Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1761894/>
9. Lee J, Lee EH, Chae D. Health literacy instruments: systematic review of measurement properties. J med internet res. 2021; 23(11): e30644. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8663713/>
10. Boogerd EA, Arts T, Engelen LJLPG, Van de Belt TH. What Is eHealth: Time for An Update? JMIR Res Protoc. 2015;4(1):e29. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25768939/>
11. Kumar S, Nilsen WJ, Albernethy A, Atienza A, Patrick K, Pavel M, et al. Mobile health technology evaluation: the Health evidence workshop. Am prev med. 2013;45 (2): 228-236. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0749379713002778>
12. OMS - World Health Organization. Health New horizons for health through mobile Technologies [internet]. (Based on the findings of the second global survey on Health Global Observatory for Health; 3). [acesso em 19 out 2023].

2011. Disponível em: http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf
13. Bernhard FP, Sartor Jennifer, Bettecken K, Hobert MA, Arnold C, Weber YG, *et al.* Wearables for gait and balance assessment in the neurological ward-study design and first results of a prospective cross-sectional feasibility study with 384 inpatients. BMC neurology. 2018; 18(1) :1-8. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6094895/pdf/12883_2018_Article_1111.pdf
 14. Sanchez Ferro A, Elshehabi M, Godinho C, Salkovic D, Hobert MA, Domingos J, *et al.* New methods for the assessment of Parkinson's disease (2005 to 2015): a systematic review. Movement Disorders. 2016;31(9): 1283-1292. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/mds.26723>
 15. Maetzler W, Domingos J, Srulijes K, Ferreira JJ, Bloem BR. Quantitative wearable sensors for objective assessment of Parkinson's disease. Mov Disord. 2013;28(12):1628-1637. doi: 10.1002/mds.25628
 16. Block VAJ, Pitsch E, Tahir P, Cree BAC, Allen DD, Gelfand JM, *et al.* Remote physical activity monitoring in neurological disease: a systematic review. PloS One.2016;11(4): e0154335. doi:10.1371/journal.pone.0154335
 17. Lipsmeier F, Taylor KI, Kilchenmann T, Wolf D, Scotland A, Schjodt-Eriksen J, *et al.* Evaluation of smartphone-based testing to generate exploratory outcome measures in a phase 1 Parkinson's disease clinical trial. Mov Disord. 2018; 33(8): 1287-1297. doi: 10.1002/mds.27376
 18. Lee W, Evans A, Williams DR. Validation of a smartphone application measuring motor function in Parkinson's disease. Journal of Parkinson's Dis. 2016; 6(2): 371-382. <https://doi.org/10.3233/JPD-15>
 19. Kassavetis P, Saifee TA, Roussos G, Drougkas L, Kojovic M, Rothwee JC, *et al.* Developing a tool for remote digital assessment of Parkinson's disease. Mov Disord Clin Pract.2016; 3 (1):59-64. Disponível em:<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6178716/>
 20. Bally ELS, Cesuroglu T. Toward integration of mHealth in primary care in the Netherlands: a qualitative analysis of stakeholder perspectives. Frontiers in public health. 2020; 7:407. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6974538/>
 21. Ames HMR, Glenton C, Lewin S, Tamrat T, Akama E, Leon N, *et al.* Clients' perceptions and experiences of targeted digital communication accessible via mobile devices for reproductive, maternal, newborn, child, and adolescent health: a qualitative evidence synthesis. Cochrane Database Syst Rev. 1996;

- 2019(10). Disponível em: cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD013447/epdf/full
22. Azad-Khaneghah P, Neubauer N, Cruz AM, Liu L. Mobile health app usability and quality rating scales: a systematic review. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2021; 16 (7): 712-721. doi: 10.1080/17483107.2019.1701103
23. Theodos K, Sittig S. Health information privacy laws in the digital age: HIPAA doesn't apply. *Perspect Health Inf Manag*. 2020 Dec 7;18 (Winter):11. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7883355/>
24. Carnicero J, Serra. Governance for digital health: the art of health systems transformation [internet]. Washington (DC): Inter-American Development Bank; 2020 [acesso em 10 set 2024]. Disponível em: <https://publications.iadb.org/en/governance-digital-health-art-health-systems-transformation>
25. Brasil, Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil [internet]. Brasília (DF): Senado Federal;1988 [acesso em 15 out 2024]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
26. Jokinen A, Stolt M, Suhonen R. Ethical issues related to eHealth: an integrative review. *Nurs Ethics*. 2021;28(2): 253-271. doi: 10.1177/0969733020945765 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32930041/>
27. Lerouge CM, Gupta M, Corpart G, Arrieta A. Health system approaches are needed to expand telemedicine use across nine Latin American nations. *Health Aff (Millwood)*. 2019; 38(2): 212-221. Disponível em: <https://www.healthaffairs.org/doi/10.1377/hlthaff.2018.05274>

O Papel Transformador da Tecnologia e da Saúde Digital

**Kelly Correa Baioco da Silva^I, Diego Pereira da Silva^{II}, William Tsutomu Watanabe^{III},
Marcia Aparecida Bissaco^{IV}, Daniel Gustavo Goroso^V**

Introdução

Os Sistemas de Monitoramento Remoto (SMR) são avançadas tecnologias que permitem aos profissionais de saúde monitorar pacientes à distância, utilizando hardware para coleta de dados fisiológicos, software para comunicação remota e análise de dados em tempo real. Um dos principais sinais monitorados é a frequência cardíaca, essencial para avaliar a saúde cardiovascular. Dispositivos como o Fitbit são usados tanto individualmente em atividades esportivas quanto para monitoramento remoto de pacientes, como exemplificado por sistemas que combinam smartphones e relógios inteligentes para alertas automáticos em caso de

-
- I Kelly Correa Baioco da Silva, Tecnóloga em Radiologia pela Universidade Brás Cubas, Mogi das Cruzes- SP, Brasil. Especialista em Docência do Ensino Superior pelo Centro Universitário Brás Cubas, Mogi das Cruzes-SP, Brasil. Especialista em Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética Nuclear pelo SENAC, São Paulo, Brasil. Mestranda em Engenharia Biomédica pela Universidade Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes-SP, Brasil.
 - II Diego Pereira da Silva, Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Universidade Mogi das Cruzes, Mestre em Engenharia Biomédica e Doutor em Engenharia Biomédica pela Universidade Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes-SP, Brasil.
 - III Willian Tsutomu Watanabe, Graduado em Engenharia de Computação pela Universidade Mogi das Cruzes, Mestre e Doutor em Engenharia Biomédica pela Universidade de Mogi das Cruzes
 - IV Marcia Aparecida Silva Bissaco, Graduada em Tecnologia em Processamento de Dados pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo- São Carlos, Doutora em Física Computacional pela Universidade de São Paulo- São Carlos, Pós-doutorado pela Universidade Mogi das Cruzes- SP, Brasil.
 - V VDaniel Gustavo Goroso (danielg@umc.br). Físico pela Faculdade de Ciencias Exactas da Universad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina. Doutor em Engenharia Biomédica pela Escola Politécnica/USP, São Paulo, Brasil, Pós-doutorado University of California, UC Davis Health Center e Prof. Visitante College of Medicine / University North State of California, Sacramento, Estados Unidos. Professor Maestría em Actividad Fisica para la Salud, Facultad de Educacón Fisica, UNT, Argentina. Professor /Pesquisador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade Mogi das Cruzes, Brasil.

variações anormais na frequência cardíaca, melhorando assim a resposta médica em emergências.

Exemplos incluem o sistema de Leu e colaboradores, que utiliza sensor adaptado a uma cinta para monitorar sinais como frequência cardíaca e respiração, transmitindo dados via Bluetooth para smartphones e permitindo intervenções rápidas em emergências¹. Kitsiou e colaboradores desenvolveram o iCardia para treinamento físico em reabilitação cardíaca, utilizando smartphones e sensores Fitbit para monitorar a frequência cardíaca, com um painel clínico *web* para visualização dos dados².

Soma-se às iniciativas um sistema de diagnóstico de monitoramento remoto para detectar condições cardíacas em tempo real, utilizando sensores vestíveis como o Zephyr BT para coletar dados como frequência cardíaca e pressão arterial, transmitidos via Bluetooth para um smartphone e em seguida para uma interface *web*³.

Outros avanços incluem plataformas como a que permite o monitoramento em tempo real do condicionamento físico e nutrição através de uma plataforma *web* e um app Android. Ou ainda um protótipo para promover dietas saudáveis, usando um aplicativo móvel para gerenciar dados de dieta e comportamento alimentar⁴.

Além disso, sistemas como o PersonA incentivam a atividade física por meio de um aplicativo baseado em teorias de mudança de comportamento, monitorando passos e gasto energético, permitindo o compartilhamento de informações de saúde em redes sociais. Ayubi e colaboradores desenvolveram um sistema para promover uma vida mais ativa, utilizando aplicativos para smartwatches e smartphones para monitorar batimentos cardíacos, localização e atividades físicas⁵.

Esses sistemas representam avanços significativos na saúde digital, facilitando o monitoramento contínuo dos pacientes e promovendo hábitos saudáveis através de tecnologias móveis e conectadas.

Aqui apresentamos o Fleem System® que, desenvolvendo-se a partir da ampla experiência científica anterior, oferece um conjunto de recursos que compõem um dispositivo de monitoramento da saúde. O sistema foi testado em atividade de pesquisa, avaliado e resultou que

apresenta vantagens significativas em relação a dispositivos e técnicas até então investigadas.

A pesquisa, financiada pela FAPESP (<https://bv.fapesp.br/55331>), foi conduzida entre 2017 e 2019 sob a coordenação do Laboratório de Processamento de Sinais e Modelagem de Sistemas Fisiológicos / NPT / UMC. O estudo foi testado em mais de 300 participantes e aprovado pelo Comitê de Ética da Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo (CAAE 47883215.0.3001.0086) e pelo Comitê de Ética da Universidade de Mogi das Cruzes (CAAE 47883215.0.0000.5497).

O referido projeto monitorou crianças com idades entre 9 e 12 anos, recrutadas de quatro escolas do município de Monteiro Lobato. A metodologia incluiu uma avaliação inicial seguida por reavaliações e acompanhamento (*follow-up*), contemplando: medições antropométricas, exames bioquímicos de sangue (índice HOMA e hemograma completo), avaliação da percepção corporal, aplicação de um questionário alimentar de 24 horas.

Adicionalmente, foi implementado o monitoramento remoto de parâmetros relacionados à atividade física, dieta semanal e indicadores cardiovasculares. O objetivo foi avaliar a evolução dos participantes com base em planos de intervenção individualizados.

Os achados demonstraram melhorias significativas nos parâmetros relacionados à saúde cardiovascular e nos exames bioquímicos ($p < 0,05$). Entretanto, não foram observadas mudanças relevantes nos parâmetros antropométricos. Em paralelo, foi conduzido um estudo de impacto econômico sobre a incorporação da tecnologia no sistema de saúde de Monteiro Lobato. Os principais resultados da pesquisa foram publicados em periódicos científicos⁶⁻¹⁰.

O projeto evidenciou o potencial do monitoramento remoto e de intervenções individualizadas para melhorar indicadores de saúde em populações jovens. Esses resultados têm implicações significativas para a implementação em larga escala no sistema de saúde.

Sistemas de monitoramento remoto de saúde

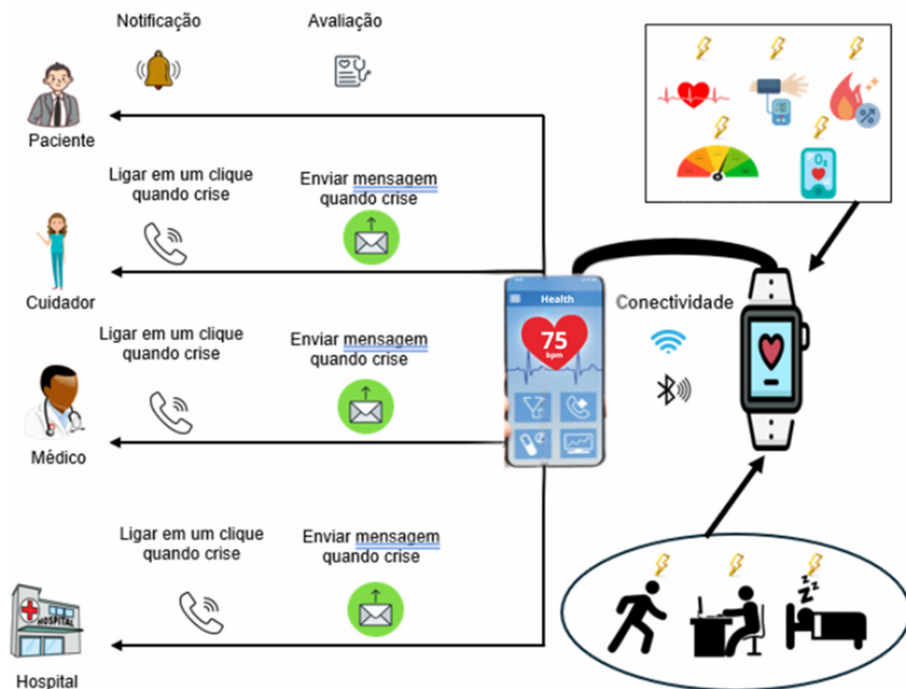
Sistemas de Monitoramento Remoto (SMR) são tecnologias que funcionam por conexão à distância para apoiar e melhorar a qualidade dos serviços de saúde quando a distância separa os profissionais de saúde dos pacientes¹¹. Os SMR geralmente transmitem os dados vitais do paciente de um local remoto para os médicos em tempo real, usando tecnologia avançada. Atualmente, existem diferentes tipos de sistemas que chegam a monitorar desde um único parâmetro fisiológico até vários parâmetros abrangendo uma variedade de sintomas¹¹.

Os SMR são compostos por três blocos principais¹²: o hardware de detecção e coleta de dados fisiológicos e de movimento; o hardware e software de comunicação para transmitir dados para um centro remoto; e as técnicas de análise de dados para extrair informações clinicamente relevantes de dados fisiológicos e de movimento.

O monitoramento da saúde abrange vários sinais fisiológicos. Um desses sinais é a frequência cardíaca, que está relacionada ao estado cardiovascular do corpo. Recentemente, diversos fabricantes ofereceram monitoramento da frequência cardíaca através de pulseiras de monitoramento (Fitbit). Embora a tendência principal seja para uso individual, especialmente em esportes, essa tecnologia tem a vantagem de oferecer assistência médica por meio do monitoramento remoto de pacientes¹³.

Nesta linha de desenvolvimento, Kakria e colaboradores apresentam em seu estudo o projeto e a implementação de um sistema de monitoramento e diagnóstico de saúde em tempo real, que utiliza um smartphone e uma smartband. A smartband possui sensores que captam a frequência cardíaca através de luzes, transferindo esses sinais para um smartphone via conexão Bluetooth, onde são analisados continuamente. Quando a frequência cardíaca aumenta ou diminui, ultrapassando o limite do padrão normal, uma mensagem SMS de emergência com a localização do paciente é enviada para médicos e familiares³. A Figura 1 mostra a arquitetura do funcionamento desse sistema descrito.

Figura 1 - Arquitetura do sistema de monitoramento e diagnóstico em tempo real



Fonte: Kakria e cols.³. Adaptação dos autores.

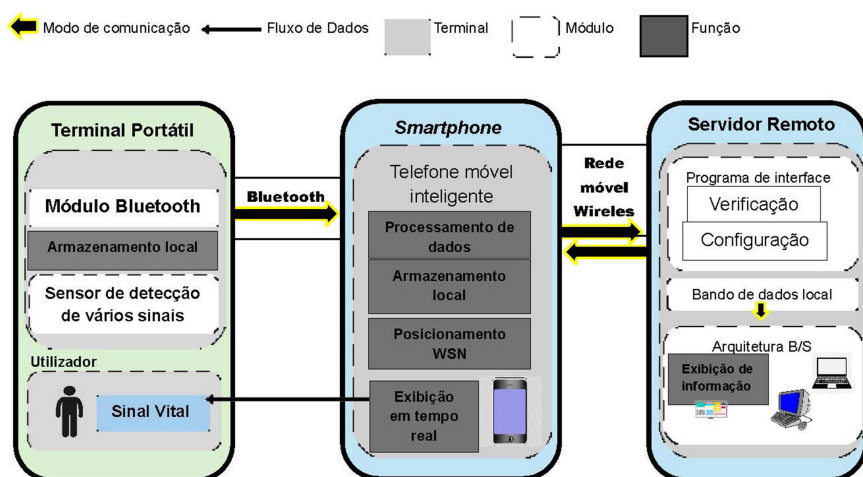
LEU e colaboradores desenvolveram em sua pesquisa um sistema de monitoramento móvel de saúde para auxiliar pacientes com doenças crônicas¹. A arquitetura do sistema consiste em três partes funcionais: um terminal portátil, um smartphone e um servidor remoto (Figura 2).

O terminal portátil é composto por um sensor, acomodado a uma cinta, fixado próximo ao coração do paciente. Ele é responsável por monitorar sinais fisiológicos que incluem a taxa de respiração, frequência cardíaca, temperatura da pele e postura.

Os dados fisiológicos adquiridos pelo terminal portátil são enviados para o smartphone por comunicação Bluetooth, onde são armaze-

nados e podem ser visualizados. Utilizando os sensores incorporados no smartphone, a localização do usuário é adquirida por GPS ou sinal de Wi-Fi interno. O posicionamento em tempo real pode ser usado em emergências, como quedas e ataques cardíacos, de modo que os eventos possam ser tratados a tempo¹.

Figura 2 – Arquitetura do sistema de monitoramento móvel de saúde

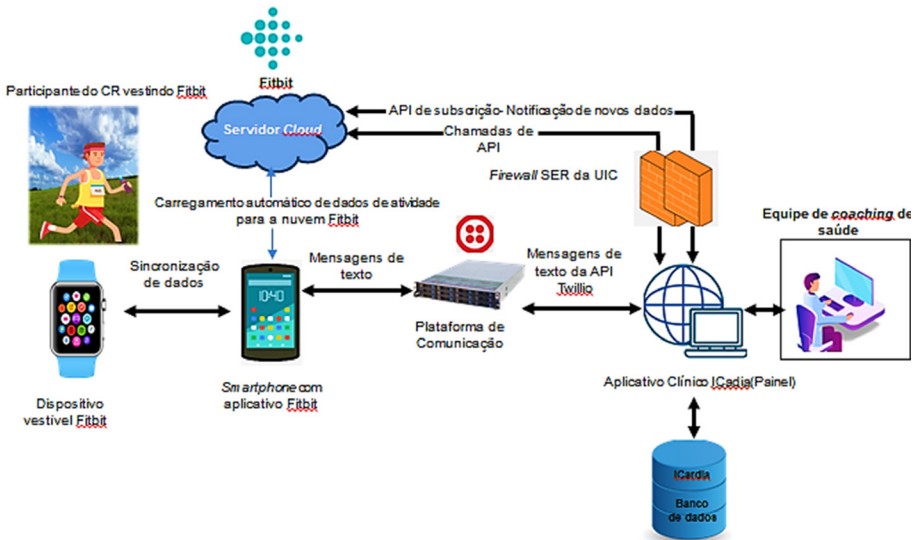


Fonte: LEU e cols.¹. Adaptação dos autores.

O iCardia é uma plataforma de monitoramento remoto projetada para o treinamento de atividades físicas de pacientes que estão em programas de reabilitação cardíaca². A plataforma utiliza smartphones e tecnologias de sensores portáteis que permitem a coleta de dados. Conforme mostrado na Figura 3, o iCardia compreende dispositivos de sensores vestíveis Fitbit que suportam o monitoramento da frequência cardíaca; smartphones com sistema operacional Android, iOS ou Windows; e uma plataforma web. O sistema também possui a função de envio de mensagens de texto SMS que auxiliam na comunicação entre médico e paciente,

além de um painel clínico baseado na web onde as informações sobre o monitoramento são visualizadas.

Figura 3 - Arquitetura da plataforma iCadi



Fonte: Kitsiou e cols.². Adaptação dos autores.

Uma nova iniciativa desenvolveu uma estrutura de diagnóstico de monitoramento remoto para detectar condições cardíacas em tempo real³. O sistema proposto utiliza vários sensores vestíveis para extrair informações médicas que ajudam a descobrir diversos parâmetros fisiológicos, incluindo a frequência cardíaca, pressão arterial e temperatura do corpo e da pele simultaneamente. O sistema é composto por um sensor vestível (Zephyr BT) fixado acima do abdome, um smartphone que recebe as informações de batimentos cardíacos via Bluetooth e uma interface web onde os dados são enviados. Na Figura 4, a arquitetura desse sistema.

Figura 4: Arquitetura de sistema para monitoramento de pacientes.

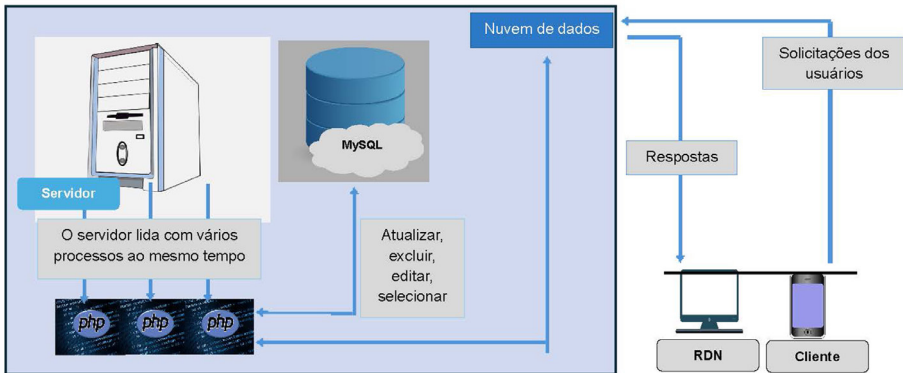


Fonte: Kakria e cols.³. Adaptação dos autores.

Durante a última década, houve um rápido crescimento em técnicas avançadas de monitoramento de saúde e métodos para ajudar os profissionais de saúde a monitorarem a dieta e a saúde¹. Achilleos e colaboradores desenvolveram uma plataforma web de monitoramento de condicionamento físico e nutrição em tempo real, que permite aos especialistas acompanharem o progresso de seus clientes¹⁴. O sistema é composto por uma plataforma web para especialistas e um aplicativo móvel Android para usuários.

A plataforma web permite aos especialistas monitorarem os dados de saúde dos usuários, incluindo a quantidade de passos executados, distância percorrida e calorias queimadas. Além disso, os usuários do dispositivo móvel (clientes) podem compartilhar seus dados de ingestão de alimentos. Com acesso a esses dados, os nutricionistas podem tirar conclusões importantes sobre a saúde geral e o progresso de seus clientes. Especificamente, podem interagir em tempo real com os clientes, enviando mensagens sobre seu progresso para fornecer conselhos e observações.

A plataforma utiliza um servidor Web Apache e um sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL para o armazenamento de informações. Para a implantação do conteúdo da web, foi utilizada a linguagem de programação PHP. Detalhes sobre a arquitetura do sistema desenvolvido são mostrados na Figura 5.

Figura 5 - Arquitetura da plataforma web.

Fonte: Achilleos e cols.¹⁴. Adaptação dos autores.

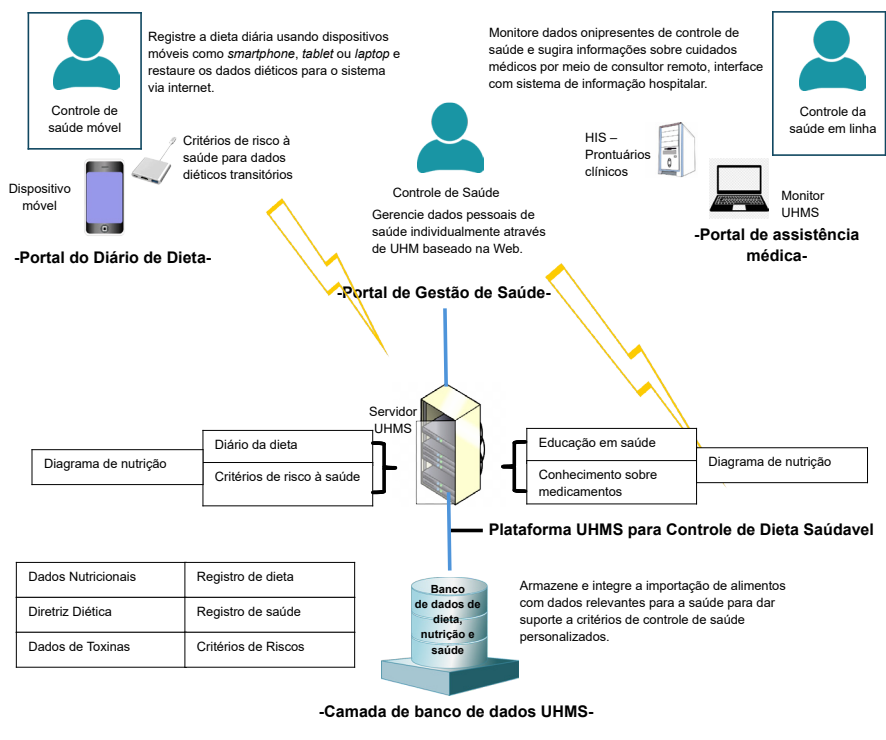
Um protótipo para dispositivos móveis com funções de dieta saudável, com o objetivo de apoiar a prevenção de doenças crônicas, foi desenvolvido em Taiwan¹⁵. O protótipo utiliza o conceito de autocuidado com a saúde e permite que as pessoas administrem suas próprias dietas. A arquitetura do protótipo (Figura 6) é composta por três módulos e um banco de dados que armazena de forma segura todas as informações sobre saúde e histórico de dieta dos usuários.

O primeiro módulo utiliza dispositivos móveis (smartphone ou tablet) para obter dados sobre a ingestão diária de alimentos pelos usuários. A aplicação permite que os dados da dieta sejam salvos temporariamente no cartão de memória do dispositivo no modo *offline*, até que a Internet esteja disponível (modo *online*) para envio e armazenamento no banco de dados web.

O segundo módulo consiste em uma aplicação web onde os dados são processados e armazenados em um servidor na internet. Este modelo oferece funções para o autocuidado com a saúde, como diagramas de nutrição, guias de educação em saúde e conhecimento sobre medicação, entre outros.

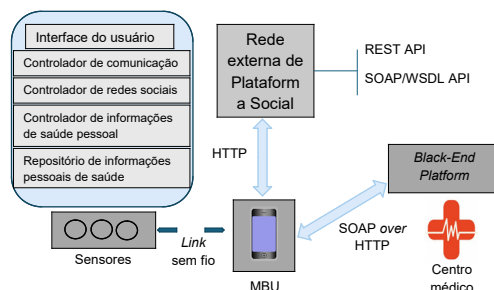
O último módulo é dedicado a pesquisadores e equipes de assistência médica para gerenciar comportamentos de dieta saudável dos usuários e realizar a manutenção do sistema, inserindo novas regras alimentares.

Figura 6 – Arquitetura do sistema de saúde onipresente



Fonte: Banos e cols.¹⁵. Adaptação dos autores.

Triantafyllidis e colaboradores desenvolveram um sistema com o objetivo de facilitar o autogerenciamento de pacientes crônicos durante suas atividades cotidianas¹⁶. O sistema monitora a saúde dos pacientes por meio do compartilhamento de informações em redes sociais. A arquitetura do sistema é representada na Figura 7.

Figura 7 - Modelo Arquitetural da Unidade Base Móvel

Fonte: Triantafyllidis e cols.¹⁶. Adaptação dos autores.

O dispositivo móvel referido como Unidade Base Móvel - UBM (*Mobile Base Unit* - MBU) é a parte central do sistema. Ele consiste em cinco camadas: Repositório de Informações de Saúde Pessoal (RISP), Controlador de Informações de Saúde Pessoal (CISP), controlador de Rede Social (CRS) e Controlador de Comunicação e a Interface do Usuário (CCIU).

O dispositivo móvel, conectado por sensores na CISP, manipula as informações que refletem o estado de saúde do paciente. O RISP é construído com base no sistema integrado de gerenciamento de registros do smartphone, no qual são registradas as atividades e alertas do paciente. Todas as informações capturadas são replicadas para a plataforma do centro médico onde são oferecidos os serviços de saúde.

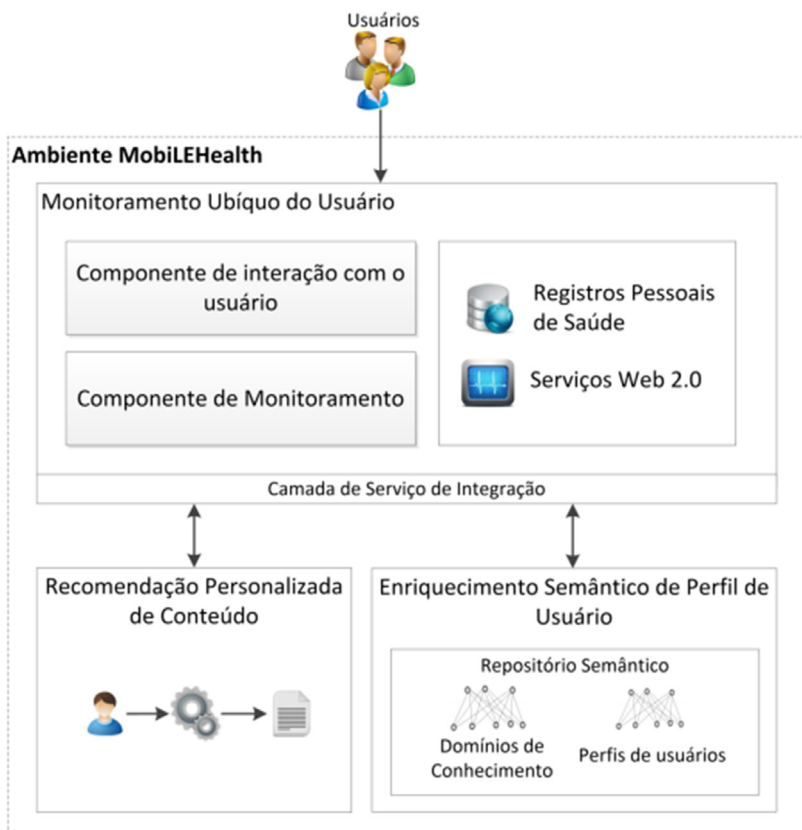
A avaliação técnica do sistema proposto foi realizada concentrando-se em questões de desempenho e consumo de energia. Para avaliar o conceito geral com os usuários, foi aplicado um questionário de avaliação do uso da tecnologia em dezesseis pacientes. No geral, o estudo de Triantafyllidis e colaboradores demonstrou que o protótipo apresentado foi considerado útil e teve aprovação satisfatória dos usuários¹⁶.

Nunes desenvolveu em sua pesquisa¹⁷ um ambiente de aprendizagem ubíqua e informal no contexto Saúde 2.0^{VI}. O ambiente denominado

VI Saúde 2.0 é um conceito que se refere ao uso de tecnologias digitais, ferramentas da Web 2.0 e redes sociais para transformar a interação entre pacientes, profissionais de saúde, sistemas de saúde e informações médicas. O termo enfatiza a participação ativa do paciente em sua própria saúde, a colaboração entre diversos atores do sistema e o acesso democratizado a informações de qualidade.

Unidade Base Móvel contempla um sistema de monitoramento ubíquo que fornece aos seus usuários uma interface de interação com conteúdo web e de mídias sociais para capturar informações geradas a partir das interações deles. Com as informações capturadas, o aplicativo é capaz de adequar-se às características particulares dos usuários, disponibilizando conteúdos adequados a suas necessidades. Para isso, utilizam-se técnicas da aprendizagem ubíqua e aprendizagem informal para realizar o monitoramento dos usuários através de suas interações sociais. A Figura 8 mostra o modelo arquitetural do sistema proposto.

Figura 8 - Modelo Arquitetural do MobileHealth

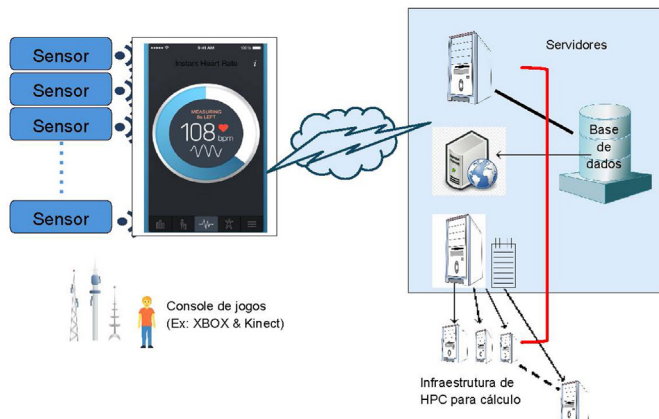


Fonte: Nunes, 2012¹⁷.

Uma pesquisa focada nos problemas de saúde relacionados à obesidade infantil¹⁸ levou a um sistema que permite aos prestadores de serviços de saúde monitorar remotamente o peso e as atividades físicas das crianças. O objetivo principal é auxiliar programa de treinamento físico através de dados coletados por sensores. O sistema inclui um dispositivo de aquisição de dados baseado em Android, sensores e um servidor web que coleta todas as informações medidas do paciente (Figura 9).

Os sensores incorporados no dispositivo móvel fornecem informações adicionais sobre a localização do usuário, temperatura, entre outros. A interface de usuário oferece a opção para registro dos alimentos ingeridos, permitindo assim obter informações sobre a dieta das crianças. O sistema desenvolvido foi testado com sucesso em um ambiente real. A aquisição de dados dos sensores no dispositivo proporcionou um monitoramento eficaz da saúde.

Figura 9 – Visão geral do sistema.



Fonte: Ayubi e cols.⁵. Adaptação dos autores.

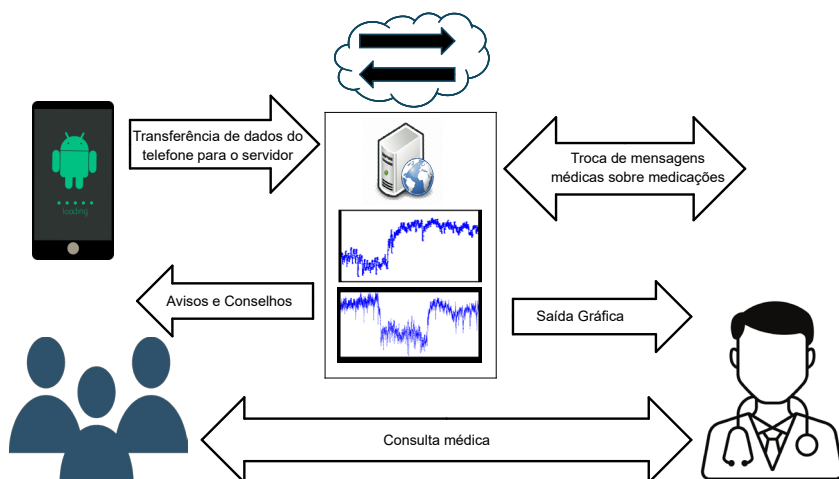
Ayubi e colaboradores projetaram e implementaram um sistema para gestão de peso e promoção da saúde. O sistema permite ao usuário coletar e transmitir dados em tempo real para um servidor para serem analisados⁵. O aplicativo, chamado Sistema Inteligente de Gerenciamento de Peso (SIGP), foi programado para gravar automaticamente dados relacionados a alimentos e exercícios com registro de data e hora

em um servidor web. Esse recurso é importante para coletar informações sobre os períodos em que a alimentação e atividades físicas são realizadas pelos usuários.

No primeiro acesso ao aplicativo, o usuário é guiado por um processo sequencial de definição de metas com base nas recomendações da Associação de Promoção da Saúde de Taiwan (APST). Através dos registros diários de ingestão de alimentos e atividade física, o sistema permite que o usuário se monitore em direção a sua meta de consumo e gasto calórico.

O SIGP oferece recursos de usabilidade, como a função que permite ao usuário gravar verbalmente a escolha dos alimentos e realizar pesquisas sobre informações de nutrição e ingredientes. Ele proporciona feedback imediato mostrando gráficos das alterações no peso e gasto energético dos usuários, permitindo a comparação direta entre o peso atual e o anterior. O objetivo é alertar, motivar e encorajar os usuários a manterem-se no programa, favorecendo mudanças no estilo de vida para uma vida mais saudável. A arquitetura do sistema é composta por um aplicativo e um painel interativo na web (Figura 10).

Figura 10 - Arquitetura do Sistema Inteligente de Gerenciamento de Peso.

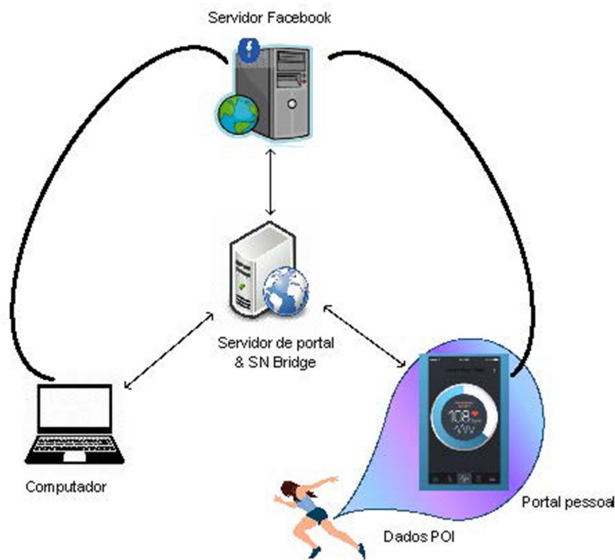


Fonte: Kakria e cols.³. Adaptação dos autores.

Aplicativo para monitorar e motivar a atividade física com base em teorias de mudança de comportamento em saúde foi desenvolvido por Ayubi⁵. Primeiramente, os autores realizaram um estudo analítico sobre sistemas de monitoramento e promoção de atividade física que estão em conformidade com teorias e estratégias de mudança de comportamento. Em seguida, utilizaram os resultados desse estudo para desenvolver um aplicativo móvel em saúde denominado *Persuasive Social Network for Physical Activity* (PersonA), cuja versão livre para o português seria: Rede Social Persuasiva para Atividade Física (RSPAF).

O PersonA utiliza o sensor de movimento acelerômetro do smartphone para coletar informações sobre o número de passos, distância percorrida, velocidade e gasto energético do usuário. Essas informações são transmitidas e armazenadas em um servidor para posterior visualização pelo usuário, favorecendo assim o automonitoramento da saúde. O PersonA oferece feedback persuasivo e em tempo real. Além disso, possui a função que permite ao usuário publicar informações sobre a saúde em redes sociais. A Figura 11 mostra a arquitetura do sistema.

Figura 11 - Arquitetura do sistema PersonA



Fonte: Ayubi e cols.⁵. Adaptação dos autores.

Sistema desenvolvido por Ayubi e colaboradores⁵, para auxiliar pessoas a terem uma vida mais ativa, é composto por um aplicativo para smartwatch, um aplicativo para smartphone e um servidor web para registros de dados, permite o monitoramento dos batimentos cardíacos, localização por GPS, número de passos e altitude. O sistema foi projetado inicialmente para pessoas com doença arterial periférica, mas pode ser utilizado por qualquer pessoa que deseje manter uma vida mais ativa. Na construção do sistema, foi adotado o paradigma de desenvolvimento ágil e a metodologia de *design* centrado no usuário.

A aplicação colhe dados de batimentos cardíacos, altitude e número de passos do usuário por intermédio de smartwatch. Esses dados são recebidos e armazenados no smartphone, que os envia para o servidor web quando a conexão com a internet é estabelecida. O servidor web disponibiliza uma base de dados que permite armazenar os dados enviados pela aplicação, facilitando as operações de consulta de informações sobre os usuários.

Sistemas de Monitoramento Fleem System

O Fleem System – *Free Living Energy Expenditure Monitoring System* – foi construído a partir de trabalhos anteriores^{19,20} em que se criou um modelo para quantificar o gasto energético humano em ambiente livre, mediante uma plataforma móvel, no caso um smartphone. Esse modelo faz uma correlação entre os dados fisiológicos - temperatura corporal e frequência cardíaca (FC) -, biomecânicos - acelerometria -, antropométricos - peso e altura -, de identidade pessoal - idade, sexo e etnia - e estimados - efeito térmico dos alimentos e perda de calor corporal medido por radiação^{20,21}.

Nesse trabalho foram desenvolvidos seis apps para smartphones:

1. Motion Tracker - registra dados do acelerômetro do smartphone;
2. Food Manager - registra os alimentos e a quantidade ingerida diariamente;

3. Heart_rate - registra a frequência cardíaca por meio de um sensor de tórax;
4. Tracks - registra o trajeto realizado pelo usuário;
5. Pulso_oxímetro-Bluetooth - registra dados do sensor de oxímetro;
6. Temperature - registra dados de temperatura corporal por meio de um termômetro digital;

Deu-se continuidade àquele trabalho desenvolvendo-se a plataforma web, denominada Fleem System, para monitoramento *online* e avaliação da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) em ambiente hospitalar²². A frequência cardíaca foi coletada por intermédio de um sensor fixado no peito do voluntário a uma taxa de uma amostra por minuto²².

Ishizaki²³ se baseou nos trabalhos de Goroso e de colaboradores^{20,22} para correlacionar o gasto energético obtido, comparativamente em diferentes modelos de smartphones: foram utilizados cinco smartphones simultaneamente - sendo um dos smartphones validado por certo procedimento estabelecido na bibliografia²⁰ - para registrar a movimentação dos usuários caminhando em uma esteira ergométrica. Os smartphones mostraram uma grande correlação entre si, embora cada um deles necessitasse de uma equação de correção dos dados para confirmar sua concordância, para o que se utilizou o método de Bland-Altman²³.

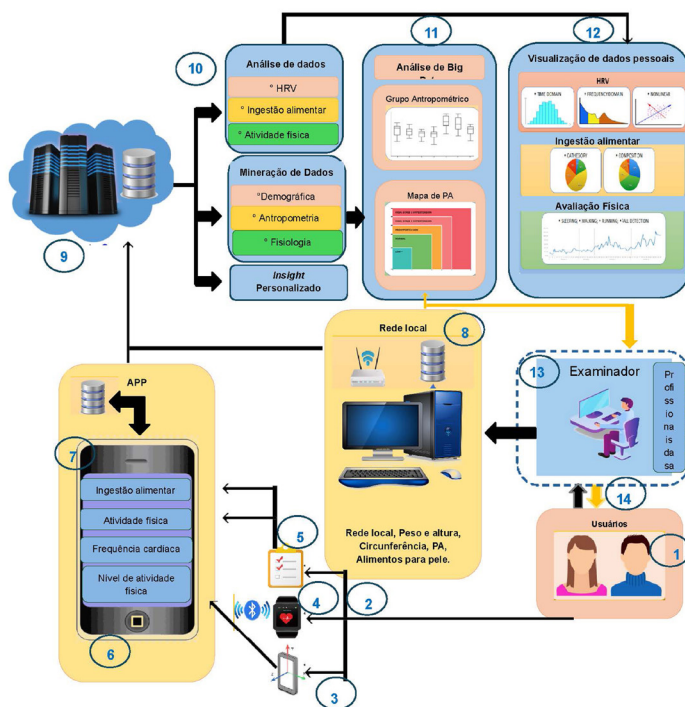
O trabalho de Palmeiras e Rafael²⁴ havia comparado a quantificação do gasto energético medido pelo Fleem System® (sistema *online*) e a pulseira Nike Plus Fuelband (dispositivo *offline*) com o analisador de gases - um método padrão-ouro para quantificação de gasto energético. Para isso, dezesseis voluntários (oito homens e oito mulheres) utilizaram o Fleem System®, a pulseira Nike Plus Fuelband e o analisador de gases durante vinte e dois minutos realizando quatro tarefas que simularam atividades da vida diária. As mensurações do gasto energético foram correlacionadas com o método estatístico Bland-Altman, não demonstrando diferença significativa entre elas. Porém, houve uma grande diferença estatística ($p < 0,05$) ao se comparar as medidas do Nike Plus FuelBand® com o analisador de gases²⁴.

No trabalho de Silva²⁵ foram realizadas melhorias e novas implementações ao Fleem System, entre elas:

- Algoritmos que processam os dados de Frequência Cardíaca (FC) para calcular os índices de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) no domínio do tempo, da frequência e não lineares como curtose, Poincarê e Sample Entropy;
- A frequência cardíaca, antes registrada a cada minuto, passou a ser registrada a cada segundo;
- Novo sensor Miolink versão 2014 utilizado no pulso, antes utilizado o sensor no tórax;
- Registro da FC de forma contínua, com ou sem internet.

A Figura 12 ilustra a arquitetura geral do Fleem System.

Figura 12 - Arquitetura geral do Fleem System



Na Figura 12 são apresentadas: (1) Usuários; (2) Entrada de dados; (3) acelerômetro do smartphone; (4) pulseira com monitor cardíaco; (5) Formulário de entrada de dados de alimentação e atividades físicas; (6) App Fleem; (7) Banco de dados do smartphone; (8) Rede Local para inserção de dados pelo profissional de saúde; (9) Plataforma Web; (10) Análise e mineração de dados; (11) Processamento de dados; (12) Relatórios individuais e populacionais; (13) *Feedback* médico aos pacientes.

São três as interfaces que integram o Fleem System:

1. App Fleem para smartphones (6, na Figura 12);
2. Interface de coleta de dados, onde profissional de saúde registra no sistema os dados antropométricos e de exames laboratoriais (8, na Figura 12);
3. Interface Web para visualização e acompanhamento dos pacientes (9, na Figura 12).

Considerações finais

No cenário contemporâneo em que os serviços e processos tradicionais de saúde estão passando por grandes transformações para atender às necessidades do presente e do futuro, desenvolvemos um novo sistema de monitoramento remoto para os cuidados preventivos com a saúde.

Consideramos que os sistemas de monitoramento remoto atualmente têm grande potencial para reduzir os custos de prestação de cuidados com a saúde, bem como, mudar o comportamento para reforçar a prevenção e o tratamento²⁶. Também, o monitoramento pode produzir informações valiosas, potencialmente úteis à redução de riscos à saúde, à melhoria de resultados de saúde ou, até mesmo, à produção de novas informações que identifiquem causas de doenças, conforme entendimento em documento técnico, de 2023, do Ministério da Saúde²⁷.

Esta pesquisa desenvolveu um sistema de monitoramento remoto com foco na prevenção de fatores de risco, como a obesidade infantil. A implementação da plataforma de monitoramento permitiu avaliar o perfil antropométrico de cento e oitenta crianças dentre as quais setenta foram monitoradas pelo aplicativo. O conjunto de dados obtidos pode auxiliar

na construção de indicadores de saúde. Há também a perspectiva de que tal estratégia venha a favorecer equipes de saúde em ações de prevenção baseadas em evidências²⁸.

Os governos estão expressando interesse pela ‘saúde móvel’ como estratégia complementar para o fortalecimento da saúde. Este interesse se manifestou em uma série de implantações de ‘saúde móvel’ em todo o mundo, iniciativas que vêm fornecendo evidências científicas importantes sobre o potencial das tecnologias móveis. Apesar de sua importância e popularização, os aplicativos móveis no campo da saúde ainda se encontram em seus estágios iniciais de desenvolvimento, especialmente no Brasil²⁸.

Diferentemente de outros trabalhos na literatura¹⁵, desenvolvemos um sistema completo de monitoramento em saúde que integra: detecção e coleta de dados fisiológicos, transmissão para um centro remoto e incorporação de técnicas de análise de dados para extração de informações¹². Adicionalmente, o método desenvolvido possui uma interface que permite aos profissionais de saúde registrarem dados antropométricos para controle e avaliação do paciente no próprio sistema. Isso traz grandes benefícios em relação à segurança e à integridade dos dados.

Nossa aplicação foi desenvolvida para ser usada em smartphones e tablets na plataforma Android. Grandes vantagens se anunciam, pois o Android é um sistema operacional livre e de código aberto²⁹. Outra importante vantagem no uso de tecnologia móvel no setor de saúde está relacionada à rapidez e eficiência na gestão das informações²⁹.

Nosso sistema permite que a frequência cardíaca seja monitorada por meio de um dispositivo fixado no pulso do usuário. Essa pulseira possui sensores não invasivos, requer baixo consumo de energia e demonstrou alta sensibilidade. No trabalho de Leu e colaboradores a frequência cardíaca foi monitorada por um sensor adaptado a uma cinta presa à altura do peito do usuário. Segundo os autores isso gerou grande desconforto, causando a desmotivação do seu uso¹.

Devido ao fato da coleta de dados ser contínua e em tempo real, muitos sistemas de monitoramento encontrados na literatura científica têm seu funcionamento interrompido quando a conexão com a internet é interrompida 1. O aplicativo Fleem possui um sistema de transmissão hí-

brido que pode rodar no modo *online* e *offline*, isso é um fato importante, já que a internet em algumas regiões do planeta é de acesso instável ou mesmo escasso³⁰.

A mensuração precisa de atividade das crianças é um grande desafio, pois a atividade física é caracteristicamente esporádica e sem intervalos. Muitos estudos utilizam questionários para avaliar subjetivamente a atividade física e o comportamento sedentário; no entanto, a natureza subjetiva dos questionários geralmente resulta em grandes erros de mensuração³¹. No presente estudo com a aplicação do Fleem System o movimento é medido diretamente, de forma mais objetiva, propiciado pelo uso do sensor de acelerômetro, o que possibilita o registro da intensidade da atividade física, de forma válida e confiável³².

O aplicativo Fleem System integra funções que permitem aos usuários registrarem diariamente os alimentos ingeridos. Pendergast e colaboradores³³ destacam que a coleta de dados em tempo real, nas próprias ocasiões de consumo, fortalece a rastreabilidade para identificação dos alimentos ingeridos e contribui para uma melhor avaliação dietética.

Este estudo, realizado com o Fleem System®, teve como objetivo avaliar os resultados do uso dessa nova tecnologia sob a perspectiva dos usuários, visando identificar o grau de aceitação e satisfação com o instrumento proposto. Embora existam diversos estudos sobre aplicativos de saúde móvel, práticas avaliativas que empreguem testes de usabilidade ainda são incomuns no software desenvolvido¹⁵.

O aplicativo foi avaliado por distintos especialistas utilizando o *System Usability Scale* (SUS), uma ferramenta desenvolvida por John Brooke em 1986, amplamente empregada para medir a usabilidade e a satisfação do usuário com sistemas e interfaces. Composta por dez questões de resposta Likert (de 1 a 5), o SUS coleta percepções sobre a facilidade de uso, a eficácia e a confiabilidade do sistema. As respostas geram uma pontuação que varia de 0 a 100. Pontuação acima de 68 indica boa usabilidade, enquanto abaixo deste valor sugere insatisfação. O SUS é uma ferramenta simples e eficaz, aplicável a uma ampla gama de tecnologias, desde aplicativos até sistemas complexos.

Neste estudo sua aplicação apontou a facilidade de uso do aplicativo Fleem. O teste de usabilidade demonstrou um resultado positivo,

com pontuação de 89,3 na escala SUS. Indicou que os participantes não tiveram grande dificuldade na utilização do sistema, ostentando inclusive resultado 11,87 pontos superior ao de aplicativo similar avaliado (77,16 pontos) em estudo anteriormente realizado³⁴.

Agradecimentos

UMC- Universidade de Mogi das Cruzes.

NPT- Núcleo de Pesquisa Tecnológica.

CAPES

FAPESP 15/50064-0, 21/14231-0

Referências

1. Leu FY, Lo CY, You I, et al. A smartphone-based wearable sensors for monitoring real-time physiological data. *Computers & Electrical Engineering*. 2018;65:376-392. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017>.
2. Kitsiou S, Paré G, Jaana M. Effects of home telemonitoring interventions in patients with chronic heart failure: an overview of systematic reviews. *Journal of Medical Internet Research* [internet]. 2015; 17(3). DOI: 10.2196/jmir.4174.
3. Kakria P, Tripathi NK, Kitipawang PA real-time remote health monitoring system for heart conditions using wearable sensors. *International Journal of Telemedicine and Applications* [internet]. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2015/373474>.
4. Terebinto E, Bohrer CT, Dallepiane LB. Aplicativos móveis em saúde e nutrição: uma visão abrangente. *Revista Saúde (Santa Maria)* [internet]. 2021;47(1). Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236583463757>.
5. Ayubi SU, Parmanto B, Branch R, Ding D. PersonA: Persuasive social network for physical activity. *IEEE* [internet]. 2012; 2153-2157. Disponível em: DOI: 10.1109/EMBC.2012.6346387.
6. Tavares SMG, Vieira DC, Paula SHB, Figueiredo RMD, Goroso DG. Body perception in pre-adolescents and adolescents with overweight and obesity: a Jungian analysis. *Psico (PUCRS)* [internet]. 2020; 51:1-13.
7. Goroso DG, Fraga A, Macedo M, Rodrigues C, Silva BM, Watanabe W, et al. Automatic segmentation to characterize anthropometric parameters and

- cardiovascular indicators in children. *Wiley Interdisciplinary Reviews - Data Mining and Knowledge Discovery*. 2021;1411:1-16.
8. Goroso DG, Watanabe WT, Napoleone F, Silva D P, Salinet Júnior JL, Silva R R, Puglisi JL. Remote monitoring of heart rate variability for obese children. *Biomedical Signal Processing and Control*. 2021;66:1-9.
 9. Zanin NB, Watanabe WT, Rescigno WR, Ishizaki MT, Silva RR, Goroso D G. Scientifically validated applications for monitoring the practice of physical activities and energy expenditure using the smartphone accelerometer: an integrative review. *Research, Society and Development*. 2021; 10: e511101321399.
 10. Lopes WS, Bertolani NBZ, Watanabe WT, Silva RR, Paula SHB, Saraiva AFS, Goroso DG. Economic evaluation of the cost-utility of remote monitoring in children with obesity in rural zones. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. 2023; 21:17782-17805.
 11. Baig MM, Gholamhosseini H. Smart health monitoring systems: An overview of design and modeling. *Journal of Medical Systems* [internet]. 2013; 37(2): 1-14. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1007/s10916-012-9898-z>.
 12. Patel S, Park H, Bonato P, Chan L, Rodgers M. A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [internet]. 2012;9 (1): 21. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1743-0003-9-21>.
 13. Boulos MNK, Cervejeiro AC, Karimkhani C. Mobile medical and health apps: state of the art, concerns, regulatory control and certification. *Online Journal of Public Health Informatics* [internet]. 2014; 5(3): 22. Disponível em: <http://ojphi.org>. DOI: 10.5210/ojphi.v5i3.4814.
 14. Achilleos A, Yeratziotis A, Mettouris C, et al. Health Monitoring Web Platform for Real-Time Expert-User Interaction [internet]. 2017. *IEEE Xplore*. DOI: 10.1109/IISA.2017.8316423.
 15. Banos O, Villalonga C, Garcia R. Design, implementation and validation of a novel open framework for agile development of mobile health applications. *BioMedical Engineering*. 2015; 14, (supl. 2):S6.
 16. Triantafyllidis A, Koutkias VG, Chouvarda I, Maglaveras N. A pervasive health system integrating patient monitoring, status logging, and social sharing. *Journal of Biomedical and Health Informatics* [internet]. 2013;17(1): 30-37. DOI: 10.1109/TITB.2012.2227269.
 17. Nunes DFS. ACUMAAF: Ambiente de computação ubíqua para o monitoramento e avaliação de atividade física [dissertação]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2012.

18. Santos KR, Lopes Junior HMP, Silva LG. Obesidade Infantil: Fatores Associados e Riscos à Saúde. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação- REASE* [internet]. 2024;10(10). DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i10.15891>.
19. Guidoux R, Duclos M, Fleury G, et al. A Smartphone-driven methodology for estimating physical activities and energy expenditure in free living conditions. *Journal of Biomedical Informatics* [internet]. 2014;52: 271-278. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.07.009>.
20. López M, Goroso S, Battistella L. Enhanced model for energy expenditure quantification in free-living environments: Integration of physiological, biomechanical, and anthropometric data. *International Journal of Health Informatics* [internet]. 2013; 29(4): 356-369. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhi.2013.04.006>.
21. López M. Development of a model for monitoring energy expenditure in free-living conditions using mobile platforms. *Journal of Mobile Health* [internet]. 2012;18(3):212-225, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmobi-lehealth.2012.07.002>.
22. Goroso S, López M, Battistella L. Development of the Fleem System for on-line monitoring and assessment of heart rate variability in hospital settings. *Journal of Clinical Monitoring and Computing* [internet]. 2013;27(6): 597-605. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10877-013-9458-2>.
23. Ishizaki MT. Correlation of energy expenditure measurements obtained from different smartphone models: Application of the Bland-Altman method. *International Journal of Mobile Health* [internet]. 2013;19(2):134-148. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijmh.2013.05.007>.
24. Palmeiras J, Rafael C. Comparison of energy expenditure measurement using the Fleem System and Nike Plus Fuelband with gas analyzer: A Bland-Altman analysis. *Journal of Sports Science and Technology* [internet]. 2014; 31(4): 289-297. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/12345678.2014.00345>.
25. Silva DP. Enhancements and new implementations of the Fleem System: Advanced algorithms for heart rate variability and continuous monitoring improvements. *Journal of Health Technology and Innovation* [internet]. 2020; 35(3): 211-225, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhti.2020.07.001>.
26. Silva JF, Souza ML, Oliveira AR. The potential of remote monitoring systems to reduce healthcare costs and promote preventive care: A review. *Journal of Telemedicine and Telecare* [internet]. 2015; 21(6): 312-320. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1357633X15587045>.

27. Ministério da Saúde (BR). Noções de Epidemiologia, Monitoramento e Avaliação de Indicadores de Saúde. Brasília (DF); 2023.
28. WHO – World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2010; 2011.
29. Pang J, Greenstein B, Kaminsky M. Wifi-Reports: Improving Wireless Network Selection with Collaboration. Transactions on Mobile Computing [internet]. 2020;9(12): 151-161. DOI: 10.1109/TMC.2010.151.
30. Yu J, Meng S. Impacts of the Internet on health inequality and healthcare access: A Cross-Country Study. Frontiers in Public Health [internet]. 2022; 10: 935608. DOI: 10.3389/fpubh.2022.935608.
31. Lockwood JM, Wilson MG, Gorman A. W. Accuracy of physical activity questionnaires versus objective measures: A review. Journal of Physical Activity Research [internet]. 2017;15(2): 124-135. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpar.2017.02.007>.
32. Sasaki JE, Silva KS, Costa BGG, et al. Measurement of Physical Activity Using Accelerometers. In: Computer-Assisted and Web-Based Innovations in Psychology, Special Education, and Health [internet]. 2016; 33-60. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802075-3.00002-4>.
33. Pendergast FJ, Ridgers ND, Worsley A, McNaughton SA. Evaluation of a smartphone food diary application using objectively measured energy expenditure. Int J Behav Nutr Phys Act [internet]. 2017;14(1):30. doi: 10.1186/s12966-017-0488-9. PMID: 28288657; PMCID: PMC5348892.
34. Sannino G, Forastiere M, Pietro GA Wellness Mobile Application for Smart Health: Pilot Study Design and Results. Sensors [internet]. 17(3): 611, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s17030611>.

Intervenções em nutrição com crianças e uso de tecnologia de monitoramento remoto para doenças crônicas na atenção primária

Rosimary Luz^I, Silvia Helena Bastos de Paula^{II}

Atenção primária e obesidade em crianças

A Atenção Primária de Saúde (APS) está orientada por princípios de atuação como: primeiro contato, longitudinalidade, integralidade, coordenação do cuidado, enfoque familiar e comunitário, competência cultural e pode resolver de 80 a 85% dos agravos¹.

A APS é a porta de entrada preferente e a ordenadora do acesso para as redes de atenção do Sistema Único de Saúde (SUS); nesse contexto a APS é parte importante do cumprimento dos princípios do SUS: Equidade, Universalidade e cuidado integral as pessoas. As principais atividades executadas neste nível de atenção se dão pelas unidades básicas de saúde (UBS) e equipes da Estratégia Saúde da Família (eESF), cuja atuação ocorre de modo abrangente no atendimento de todo o ciclo vital e diante de várias afecções clínicas transmissíveis e não transmissíveis, entre elas a complexa causalidade da obesidade^{2,3}.

I Rosimary Luz (rosimaryluz@gmail.com) é nutricionista da Atenção Básica de Saúde da Fundação ABC, realizando apoio matricial em várias unidades de saúde. Foi pesquisadora do IDR – Instituto de Doenças Renais (IDR) de 2012 a 2015. Nutricionista do Ambulatório Clínico Nefrologia.

II Silvia Helena Bastos de Paula (silviabastos@isaude.sp.gov.br) é pesquisadora científica (PqC VI) do Instituto de Saúde da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Graduada em Enfermagem com pós-doutorado em Saúde Coletiva pela Universidade Estadual do Ceará, na área de concentração de Avaliação em Saúde. Doutorado no Programa de Pós-graduação da CCD/SES/SP, pelo Instituto Emílio Ribas, na área de concentração em Saúde Pública e Infectologia. Mestrado em Saúde Pública pela Universidade Federal do Ceará (UFC), especialização em Saúde Pública pela UFC e especialista pela Fiocruz na Formação de Ativadores de Processos de Mudança na Educação Superior de Profissionais de Saúde.

Uma demanda importante na APS é a de pessoas afetadas por doenças não transmissíveis, um conjunto de agravos que matam 41 milhões de pessoas a cada ano, o equivalente a 74% de todas as mortes no mundo. A cada ano, 17 milhões de pessoas morrem de alguma DNT antes de 70 anos; 86% dessas mortes – que podem ser consideradas precoces, pois são esperadas que aconteçam mais tarde – ocorrem em países de baixa e média renda^{3,4}.

A obesidade, doença crônica e degenerativa que afeta cada vez mais crianças e jovens, constitui-se em problema de saúde complexo cuja progressão apresenta dados alarmantes: 39% da população mundial acima de 18 anos apresenta sobrepeso e 13% é obesa enquanto 41 milhões de crianças menores de 5 anos apresentam sobrepeso ou obesidade. As projeções apontam que esse número pode chegar a 75 milhões em 2025^{3,4}.

A obesidade infantil é um problema de saúde pública que aumenta o risco de afecções como diabetes tipo 2, asma, hipertensão, doenças cardiovasculares e distúrbios metabólicos. Diante desses dados, a OMS incentiva os países a adotarem providências de vigilância e controle da obesidade, dada sua associação com outros agravos, como hipertensão arterial sistêmica, diabetes *mellitus*, distúrbios musculoesqueléticos e diversos tipos de cânceres. A atenção primária se constitui um *locus* importante de intervenção no problema para o alcance das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável-ODS 2030⁴⁻⁶.

A crença de que a obesidade pode ser tratada por meio de intervenções isoladas foi posta de lado durante a covid-19, quando ficou nítido que o sobrepeso e a obesidade, combinados com o aumento de uma dieta pouco saudável e da inatividade física, levaram a que mais pessoas adoecessem e morressem de covid-19⁶.

Hoje, com o aumento desenvolvimento de tecnologias dedicadas aos cuidados de saúde, pode-se dizer que elas oferecem recursos cada vez com maior variedade para apoiar a prestação de cuidados na atenção primária à saúde, tanto em prevenção, promoção de saúde, monitoramento de doenças crônicas, como nos diagnósticos e na recuperação de danos e reabilitação⁷.

De acordo com estudos e projeções, a obesidade infantil no Brasil pode aumentar nos próximos anos, em razão de hábitos alimentares erra-

dos, tendência genética, uso intensivo de telas de aparelhos eletrônicos e sedentarismo, crise familiares e distúrbios emocionais⁷. Na sociedade em geral a obesidade de adultos e crianças, é um problema de saúde pública que leva a perda de qualidade de vida, alteração de indicadores vitais, aumento do risco de doenças como diabetes tipo 2, asma, hipertensão e distúrbios metabólicos.

O Atlas Mundial da Obesidade 2024, da Federação Mundial de Obesidade, projeta que, até 2035, 50% das crianças e adolescentes brasileiros entre 5 e 19 anos poderão estar obesos ou com sobrepeso⁶. Projeta-se também que em 2035, no mundo, 39% das crianças terão obesidade e sobrepeso, e que haverá cerca de 68 milhões de crianças afetadas com hipertensão arterial e cerca de 27 milhões estarão vivendo com hiperglicemia relacionada a seu IMC elevado; e 76 milhões terão baixos índices de colesterol HDL também relacionados com seu IMC elevado. Os sintomas relativos a estes índices de doenças de decurso grave a prazo incerto são, em grande parte, não percebidos, mas crianças com estas características estarão entrando na idade adulta já propensas a comorbidades como AVC, diabetes e doenças cardíacas^{6,8}.

Tabela 1. Estimativa global (2020) e número projetado de jovens (2025-2035) com IMC Elevado sobre-peso (IMC >1dp – 2dp)* e obesidade (IMC > 2dp)*

	2020	2025	2030	2035
Crianças com sobrepeso	260M	310M	350M	390M
Crianças com obesidade	175M	240M	310M	380M
Crianças com sobrepeso ou obesidade como proporção de todas as crianças no mundo	22%	28%	33%	39%

Fonte: World Obesity Federation, 2023a

Nota: M = milhão

* * Definições de acordo com os gráficos de referência de crescimento infantil da Organização Mundial da Saúde (p.14)⁶

O Brasil, com essa projeção de crescimento de obesidade, é um dos 25 países selecionados para o Plano de Aceleração da OMS, com o com-

promisso de implementar Recomendações para a Prevenção e Manejo da Obesidade ao longo da Vida, da OMS⁹.

Este capítulo apresenta a experiência de implementação de educação em nutrição apoiando famílias e crianças no uso de tecnologia de monitoramento *online* em um município do estado de São Paulo, com o propósito de avaliar meios para tornar viável o seu uso como recurso de promoção da saúde em crianças com sobrepeso e obesidade no âmbito da atenção primária de Saúde (APS).

Vigilância e Monitoramento de Afecções Crônicas

No intuito de aperfeiçoar as vigilâncias de saúde e o monitoramento de doenças crônicas e do cuidado longitudinal, o SUS está organizado quanto a normas de adoção de Tecnologia em Saúde, as quais apresentam ampla definição, envolvendo produtos farmacêuticos, materiais, equipamentos, procedimentos, programas e diretrizes e protocolos de assistência sistemas de organização, educacionais, de informações e de apoio. Essas tecnologias estão, muitas vezes, associadas a mais eficácia, quando comparadas àquelas disponíveis nos sistemas de saúde, e também com o aumento de custos de saúde^{10,11}.

Considerando a antiga situação de subfinanciamento do SUS, há também a limitação de recursos disponíveis para incorporação de tecnologias o que reforça a necessidade de avaliação de uso para que se possa identificar aquelas que ofereçam o melhor benefício clínico à população. Desse modo, a avaliação de tecnologias de saúde (ATS) tornou-se um instrumento indispensável para apoiar decisões de incorporação de tecnologias digitais de forma sustentável para ampliar acesso aos serviços do sistema de saúde^{7,10}.

Tradicionalmente, os sistemas de informação de saúde são desenvolvidos no SUS segundo necessidades do uso da informação nas práticas de gestão, do acompanhamento das situações de saúde para o controle da produtividade e remessa de recursos financeiros em caso de ações em eventos epidemiológicos; seguem normas administrativas, interesses da gestão e das políticas de saúde, muitas vezes distantes de necessidades dos serviços, de profissionais de saúde e de usuários¹⁰.

A literatura frisa ainda a influência marcante de hábitos alimentícios na ambiência familiar, ou seja, nas escolhas de alimentos e nos panoramas externos para a obesidade¹². Dessa forma, o conceito de práticas e hábitos alimentícios abrange a associação entre os atributos socioculturais e os aspectos subjetivos, individuais e coletivos relacionados ao ato de comer e a relação com os alimentos. Inclui-se nesse conceito as especificações destinadas para diferentes contextos, as escolhas de alimentos, a combinação de alimentos, as comidas desejadas e apreciadas, os valores atribuídos aos alimentos específicos, bem como sobre o que se está ou o que se deseja comer¹³.

Delineamento do estudo de campo

A pesquisa que deu origem a este capítulo, “Avaliação de tecnologia *online* para prevenção primária de DCNT em usuários de serviços básicos de saúde do SUS”, foi aprovada pelo Comitê de Ética da Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo e da Universidade Mogi das Cruzes sob os Pareceres: 1.195.863-0 e 1.256.152. O estudo foi feito com apoio da FAPESP Processo 2015/50064 0, uma parceria entre a Universidade Mogi das Cruzes e Instituto de Saúde no marco do projeto em políticas públicas.

Tratou-se de avaliação tecnológica de sistema informatizado de monitoramento de dados de atividades físicas e consumo de alimentos por meio de tecnologias adaptadas ao gosto de jovens e aplicativos com seguimento interdisciplinar de profissionais de saúde e educação.

Experimentou-se a implementação de tecnologia de monitoramento *online* em um município do estado de São Paulo para testar sua contribuição para a promoção de saúde em relação a crianças com sobrepeso e obesidade, ressaltando o efeito de uso do monitoramento *online* pelo sistema Fleem¹⁴ (*Free Living Energy Expenditure Monitoring System*) com uso de tecnologia *mhealth*, aplicada ao contexto de ações de saúde escolar na atenção primária.

Procedimentos metodológicos

Estudo multidisciplinar, com etapa de desenvolvimento de tecnologia *mhealth*; seguida por etapa de implementação de campo. Para o delineamento e análise foram utilizados métodos mistos de pesquisa e triangulação de fontes¹⁵. Segundo Sandelowski¹⁶ os pesquisadores se voltaram para técnicas de métodos mistos para expandir o escopo e melhorar o poder analítico de seus estudos.

Pesquisas de métodos mistos são delineadas considerando os pontos fortes de cada uma de ambos enfoques, quantitativa e qualitativa e, por isso, consistem em inovação metodológica de uso crescente para tratar de questões contemporâneas nos serviços de saúde¹⁷. Para Fetters *et al*¹⁸, a pesquisa de métodos mistos oferece recursos poderosos para investigar processos e sistemas de saúde e de cuidados de saúde. Em questões complexas como as interfaces com problemas de saúde de causa multifatorial, no caso, a obesidade, e tecnologias inovadoras para promover saúde, os métodos mistos são indicados em delineamento, intervenção e interpretação.

Para a avaliação de implementação do uso de tecnologia foi organizada estratégia multidisciplinar por equipe composta por engenheiro biomédico, médico, enfermeiros, educador físico, nutricionista e psicólogo.

A estratégia foi composta em etapas com diferentes intervenções: visitas de organização do campo e apresentação da proposta aos gestores de saúde e educação locais; identificação de lugares de coleta de dados no município e agendamento de retornos; apresentações sobre a pesquisa para pais de crianças e jovens participantes, adaptação da tecnologia para as expectativas dos participantes; coleta dos dados depois da assinatura do TCLE e de Termos de anuência para acesso ao campo de pesquisa.

Os critérios de inclusão: crianças de 9 a 12 anos com *score Z*¹⁹ (distribuição cuja média é definida como 0 e cujo desvio padrão é definido como 1), igual ou maior que 2,0. Grupo de estudo integrado por crianças que tivessem *smartphone* ou fosse cedido por seus pais (n=22). Grupo controle integrado por crianças sem *smartphone* (n=24). Grupo placebo

(n=44) integrado por crianças portadoras de telefone celular, mas que não receberam informação por meio do sistema de monitoramento.

O *locus* do estudo: serviços públicos do município de Monteiro Lobato (SP), no âmbito do Programa Saúde na Escola. O contexto do município é de pequena cidade onde predominam atividades rurais, situada na região do Vale do Paraíba, com 4.739 habitantes e densidade demográfica de 14,42 hab/km². Apresenta um perfil de chácaras com a maioria da população vivendo em zona rural, 85% da população é alfabetizada e a população conta com seis escolas municipais, entre elas a Escola Estadual Professora Maria Ferreira Sonnewend e o Instituto Pandavas (escola socioambiental).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,77 e os indicadores de saúde mostram que a mortalidade infantil é de 46,51 óbitos por mil nascidos vivos, enquanto a mortalidade infantil no estado de São Paulo, em 2022, foi 11,1 óbitos por mil nascidos vivos e o coeficiente de fecundidade é de 2 filhos por mulher (IBGE, 2022)²⁰.

Coleta de dados de perfil clínico de crianças

A coleta de dados foi feita com levantamento de perfil clínico e antropométrico, avaliação de indicadores corporais e de nutrição, roteiro de entrevista, cadernos de campo e gravação de entrevistas nas reuniões. Todo processo de coleta respeitou preceitos éticos e a coleta foi precedida por assinatura de termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e termo de anuência. Os participantes foram: crianças e pais de alunos. A coleta foi realizada de novembro de 2016 a dezembro de 2017 (avaliação inicial e reavaliação, respectivamente); *follow-up* em março de 2018.

Coleta de dados antropométricos

Na etapa de campo que compreendeu o monitoramento *online* foi feita a coleta de medidas antropométricas para classificação dos participantes em grupos e medidas de Índice de Massa Corporal (IMC). Para mensuração do peso utilizou-se balança digital com precisão de 100g e capacidade máxima para 150 kg.

A altura foi mensurada com auxílio de um estadiômetro com escala de 0,1 cm. O IMC foi calculado considerando-se a razão entre o peso corporal e o quadrado da estatura ($\text{IMC} = \text{kg}/\text{m}^2$). Em crianças, o IMC foi analisado por utilização do gráfico de crescimento da OMS²¹, para coleta de dados de monitoramento *online* no grupo com intervenção e no grupo controle^{22,23}.

Entrevistas focadas na nutrição

As entrevistas foram feitas pelas pesquisadoras, uma enfermeira e uma nutricionista. As entrevistas foram agendadas com pais e filhos, realizadas em salas reservadas e tiveram duração média de 40 minutos. Esse procedimento permitiu criar ambiência reservada para a coleta de dados com o necessário detalhamento e a interação favoreceu a adesão das famílias ao estudo.

Para coletar informações sobre consumo alimentar, foi utilizado o Questionário de Frequência Alimentar (QFA)²⁴, um instrumento amplamente usado na avaliação de dieta e na investigação da relação entre padrões alimentares e a ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis. O uso do QFA se justifica por sua rápida aplicação, eficiência em práticas epidemiológicas, ao identificar hábitos alimentares regulares, além de ser um recurso de custo baixo.

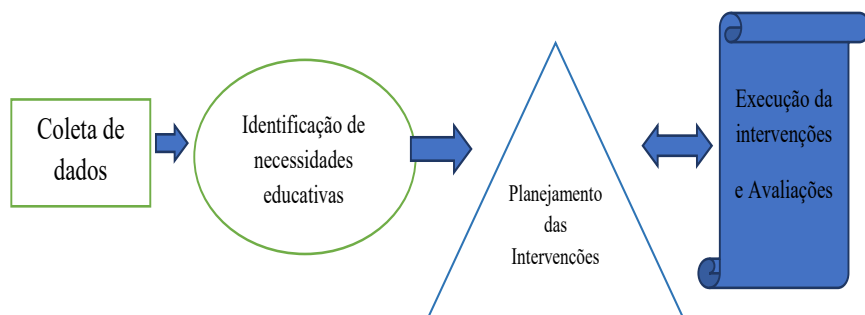
Intervenção com educação em nutrição

Um total de 296 crianças foram acompanhadas e avaliadas durante o estudo, sendo 140 (47%) do gênero feminino e 156 (53%) do gênero masculino, distribuídas em quatro escolas do Município de Monteiro Lobato e suas informações foram coletadas e processadas na plataforma *Fleem System* considerando-se os parâmetros clínicos e antropométricos, e o decurso desses indicadores ao longo do estudo.

Depois de coletar dados do levantamento dos hábitos de consumo de alimentos das famílias e estilo de vida com esses dados (Figura.1) fo-

ram feitas análises e a montagem de três oficinas de educação nutricional tratando dos seguintes temas: leitura de rótulos de alimentos processados industrialmente; atividade prática de composição de pratos de refeição equilibrada em nutrientes, com base no uso de evidências científicas e com utilização de recursos lúdicos e de alimentos de uso na região. A intervenção com os participantes e seus pais teve o propósito de ofertar atividades de educação nutricional para influir na mudança de hábitos alimentares com apoio da família²⁵.

Figura 1. Etapas da construção de intervenção.



O monitoramento foi antecedido por um treinamento de pais e crianças para o uso do dispositivo. As crianças receberam uma pulseira da marca *Miolink* para monitoramento da frequência cardíaca e por via *smartphone* foram monitoradas as atividades físicas e frequência de consumo de alimentos. Todas as crianças receberam orientação sobre nutrição recursos e linguagem adaptada para crianças e todas as informações foram processadas na plataforma *web Fleem System*.

Educação em nutrição como intervenções para mudança de hábitos

A Educação Alimentar e Nutricional (EAN) é o campo de conhecimento e de prática contínua e permanente, transdisciplinar, intersetorial e multiprofissional que visa promover a prática autônoma e voluntária de

hábitos alimentares saudáveis, contribuindo para assegurar o Direito à Alimentação Adequada e Saudável (DHAA)²⁶.

A estratégia de intervenção educativa foi composta por: encontros sobre alimentação sadia foram: reuniões, oficinas e palestras com uso de pirâmide de alimentos adaptada para a região, ilustrações e modelos de alimentos, para informar sobre a importância de alimentos energéticos, proteicos e reguladores. Os conhecimentos foram apresentados de modo lúdico, participante e dialogado com o propósito de promover a troca de saberes, a reflexão entre profissionais e famílias e a capacidade de crítica dos participantes, para apoiar as escolhas alimentares de modo mais consciente.

Na sequência de encontros e oficinas realizaram-se atividades de avaliação de forma lúdica visando mais envolvimento de crianças, para isso utilizou-se modelos que simulam alimentos (*Mockup*), uma representação gráfica que simula de forma realista os alimentos no tamanho real. Com a finalidade de avaliar a assimilação dos temas sobre nutrição dispôs-se em uma mesa verduras, legumes, frutas, carnes, doces, queijos, leites para que cada participante pudesse montar seu próprio prato, assim, familiar e criança montavam um prato saudável de acordo com o que eles tinham aprendido.

Os procedimentos de avaliação sobre qualidade de vida e alimentação foram atividades de desenho para coleta de autoimagem aplicadas com apoio de educadores físicos e professores. O material foi submetido a análise por psicólogos, enfermeiros e avaliou-se relações entre consciência, persona corporal, sexo, idade e IMC por Qui-quadrado²⁷.

Situação e mudanças observadas

Entre as 296 crianças avaliadas, 30% estavam com sobrepeso, um indicador elevado de problema presente ou futuro, e alarmante se comparado com a média mundial. Além disso, verificou-se 8% das crianças de 9 a 12 anos apresentavam hipertensão arterial, um dado preocupante especialmente quando se considera que residem em município de cultura predominantemente rural e acesso reduzido a alimentos ultraprocessados.

As intervenções de nutrição junto de pais e de crianças participantes do estudo, trouxeram contribuição significativa. A principal melhoria observada foi a mudança nos hábitos alimentares do grupo de estudo, o que resultou em melhora nos índices cardiovasculares das crianças. Esses indicadores foram registrados e monitorados utilizando pulseiras eletrônicas inteligentes conectadas a *smartphones* mostrando os resultados positivos da abordagem integrada entre saúde, tecnologia e educação.

Foi realizada uma atividade com enfoque psicológico, utilizando método lúdico de desenho de autoimagem. Essa atividade passou por análise e foi incluída no perfil das crianças com obesidade e sobrepeso e oferecido apoio e orientação aos pais e professores²⁷. Analisou-se a percepção corporal em 63 participantes do estudo, 37 meninos e 26 meninas, de 9 a 12 anos, de Monteiro Lobato, São Paulo, por meio do Desenho de Percepção Corporal²⁷.

A utilização de tecnologia, ainda que não sejam invasivas, requer reflexão sobre aspectos éticos de equidade, justiça e autonomia dos sujeitos e seus efeitos benéficos e possíveis danos. Com a população infantil e adolescente é necessário proteger sua privacidade contra estigmas sobre imagem corporal, obesidade e *bullying* que podem afetar a autoestima e saúde mental de jovens.

Os conceitos de imagem corporal (autoconceito), autoaceitação, fornecem subsídios para investigações relacionadas a práticas de promoção e manutenção de hábitos e comportamentos saudáveis. Pesquisas mostram que a satisfação corporal, componente afetivo da imagem corporal, influi diretamente no desempenho emocional e social dos indivíduos, repercutindo em seu bem-estar: físico, psíquico e social, em sua qualidade de vida e na longevidade²⁸⁻³⁰. As alterações que se processam na imagem e na satisfação corporais ao longo do ciclo vital certamente afetam a saúde e qualidade de vida, o que se torna evidente e relevante no contexto da adolescência.

A ênfase interpretativa considerada na análise dos desenhos das figuras humanas neste caso, voltou-se aos aspectos formais do desenho (traçado, posição na folha, dimensão do corpo, proporção entre as partes do corpo, atitudes e posturas, estilos de personalidade: vestuário e ornamentos), mais do que aos aspectos de conteúdo, uma vez que a intenção

desta investigação não era de realizar diagnósticos da personalidade, mas antes de buscar correlações entre as formas de expressão destes traços e desvios da imagem ou esquema corporais relacionados às alterações do estado nutricional – que podem variar desde a magreza extrema até a obesidade grave, identificadas por monitoramento *online* realizado na pesquisa matricial^{27,31}.

Identificou-se que o IMC influi na percepção do contorno corporal. Sexo e idade têm influência na integração. Meninas e meninos pré-adolescentes obesos apresentaram alteração limítrofe na percepção de contorno e postura corporal. Para a psicologia junguiana, a obesidade na adolescência ativa conflitos inconscientes, altera o equilíbrio do ego, reforça o isolamento e alenta crise identitária. Percepção corporal, tema pouco explorado, demanda pesquisa, amostra ampliada e validação de instrumentos para estudo da obesidade na adolescência²⁷.

Reflexão sobre obstáculos e inovações na Saúde

Os cuidados com a saúde representam atualmente um dos mais importantes problemas sociais e econômicos enfrentados por vários países em todo o mundo³². Enquanto os aumentos nos custos com a saúde têm grande repercussão negativa na qualidade de vida da população, o constante crescimento populacional e o aumento da esperança de vida ampliam a necessidade por mais serviços³³.

Problemas emergentes nos serviços de saúde incluem, também, o aumento no número de casos de doenças crônicas relacionadas principalmente ao modo de vida da sociedade moderna³⁴. De fato, o perfil de risco de nascidos mais recentemente é pior do que os das gerações anteriores³⁵. Isso pode ser atribuído, em parte, à ligação entre o desenvolvimento econômico e o aumento de comportamentos de risco, como o sedentarismo e a má nutrição que estão associados a doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade, entre outras³⁴.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a obesidade infantil é o grande problema mundial de saúde pública do século XXI^{4,6,11,38}. Ela é causada principalmente pelo aumento da ingestão de

alimentos ricos em gordura e o aumento de inatividade física, que são grandes riscos para a saúde³⁴. Essa doença, recorrente e muitas vezes silenciosa, se não for prevenida e adequadamente tratada, tem resultados devastadores na vida do indivíduo e repercutem na economia de um país³⁵.

Diante da necessidade de novas soluções para assistência à saúde, os serviços e processos tradicionais estão passando por grandes transformações para atender às necessidades do presente e do futuro. O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), impulsionadas pela ascensão e o sucesso da Internet, desempenharão importante função neste campo³². O termo “saúde digital” (“*e-health*”), definida como o uso de TICs no apoio à saúde, tem grande potencial para melhorar significativamente a qualidade de serviços de saúde, ampliando a oferta para o tratamento de pacientes e fornecendo benefícios expressivos em relação a custos de orçamentos globais de saúde³⁶.

A expansão da Internet pelo uso dos acessórios móveis levou ao surgimento de uma subdivisão da saúde digital, denominada saúde móvel (“*mHealth*”)³⁷. Apesar de não existir, segundo a OMS, uma definição padronizada, pode-se entender a saúde móvel como a oferta de serviços médicos e/ou de saúde pública que se utiliza do apoio tecnológico de dispositivos móveis, como os *smartphones*, sensores e outros equipamentos vestíveis³⁸.

Os serviços e aplicações de saúde móvel têm grande possibilidade de reduzir os custos de prestação de cuidados com a saúde, bem como mudar o comportamento para reforçar a prevenção e tratamento, melhorando os resultados de saúde em longo prazo³⁷. Eles têm grande vantagem de oferecer serviços de saúde a qualquer hora e em qualquer lugar, superando barreiras geográficas para tornar os cuidados com saúde acessíveis aos cidadãos em todo o mundo⁴⁰.

A tecnologia de monitoramento *online* da atividade de cuidado da saúde não é reproduzida pela informatização, a qual aumenta a necessidade de incorporação de saberes aos profissionais, melhora as condições de trabalho, organiza a coleta de dados, aproxima os usos da informação por quem os registrou, e amplia a capacidade de gestão das políticas de saúde. A incorporação tecnológica dos sistemas de

informação na saúde torna a produção de informações mais próxima do profissional que registra os dados, tende a refletir de forma mais verdadeira a realidade vivenciada pela ponta. Em outras palavras, com o processo de informatização, há uma aproximação da racionalidade do registro de dados aos usos da informação⁴¹.

Hoje, estamos conectados em qualquer lugar e a qualquer hora: a utilização dos *smartphones* contribuiu para a expansão do caminho no qual a coleta de informações pessoais sobre a saúde é onipresente⁴². Sensores embutidos nos *smartphones* como: acelerômetros, sistema de posicionamento global (GPS) entre outros, são cada vez mais usados para coletar dados sobre a biologia, comportamento e saúde dos indivíduos⁴³. Eles produzem informações valiosas que podem ser usadas para reduzir riscos à saúde, melhorar resultados ou até mesmo produzir novas informações que identifiquem causas de doenças⁴⁴.

Nesse contexto, estudos multidisciplinares juntos de implementação de tecnologias de monitoramento oferecem esteio para intervenções mais sensíveis às situações que envolvem a dinâmica familiar, apresentam potencial que pode modificar os padrões de comportamento ou práticas alimentícias da criança com obesidade. Provas científicas sugerem que crianças inseridas em um ambiente comunicativo, funcional e disciplinado são menos propensas ao ganho excessivo de peso²⁵.

Considerações finais

O enfrentamento da obesidade exige suporte psicossocial, especialmente diante da prevalência de psicopatologias associadas ao estigma do peso na adolescência. Nesse contexto, o papel do sistema familiar é crucial, uma vez que os padrões de comportamento, hábitos e rituais alimentares do núcleo familiar podem impactar, de forma positiva ou negativa, o estado nutricional da criança.

Quando a família reconhece e reflete sobre seus próprios erros alimentares, torna-se capaz de ajustar e adaptar sua rotina, promovendo uma melhor organização e contribuindo diretamente para a

saúde e o bem-estar da criança. Essa conscientização é um passo fundamental para criar um ambiente mais saudável e favorável à adoção de hábitos alimentares equilibrados.

A atenção primária tem seu potencial na proximidade e acompanhamento longitudinal de famílias e indivíduos, com base nos princípios da universalidade e integralidade, podendo utilizar as tecnologias para aumentar a equidade e a inclusão de segmentos da população que apresentem vulnerabilidades específicas.

Ao aplicar tecnologias de monitoramento *online* em variadas condições crônicas, como a hipertensão arterial, nível de glicemia, atividade física, sinais cardíacos, entre outros, os usuários dos serviços de atenção básica e ESF teriam mais acessibilidade com o uso de teleconsultas, agendamento *online* e monitoramento de sinais vitais em acamados e pessoas com dificuldade de locomoção. Algumas tecnologias são complexas do ponto de vista de sua elaboração, mas são de fácil utilização pelo uso de aplicativos e de celulares, podendo ser útil a equipes multiprofissionais de todos os níveis de formação.

Os registros de monitoramento do crescimento e desenvolvimento das crianças e jovens podem ser instrumentos estratégicos em decisões clínicas e de cuidados, permitindo que esses dados sejam utilizados sem a necessidade de afastamento frequente das atividades escolares. Além disso, esses registros são valiosos para o planejamento da oferta de serviços e para decisões gerenciais no âmbito da saúde.

A sua utilização pode trazer vários benefícios, como: contribuir para autonomia para cuidado e autocuidados, otimizar o uso de equipes de cuidado domiciliar; monitoramento em tempo real de indicadores como pressão arterial; atividade física; glicemia entre outros. A inclusão de tecnologias de monitoramento pode qualificar o atendimento domiciliar e as visitas realizadas na APS, ao mesmo tempo em que contribui para a formação de profissionais e para a orientação de familiares.

No contexto da política de Saúde Escolar, é fundamental que as famílias, assim como os profissionais de saúde e educação, tenham acesso a protocolos padronizados que promovam um atendimento integral e in-

tegrado entre os setores da saúde e da educação. Esses protocolos devem garantir a privacidade e a segurança dos pacientes no uso de tecnologias *online*, protegendo seus dados e assegurando que as informações sejam manejadas de maneira ética e segura. Assim, a padronização e a integração dessas práticas podem fortalecer a política pública de saúde e educação, ampliando sua eficácia e alcance.

Referências

1. Starfield B. Atenção primária: equilíbrio entre necessidades de saúde, serviços e tecnologia. Tradução de: Fidelity Translations. Brasília: UNESCO; 2014. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/atencao_primaria_p1.pdf
2. Ministério da Saúde (BR). Portaria nº 2.436, de 21 de setembro de 2017. Trata da Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes para a organização da Atenção Básica, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) [internet]. [acesso em 10 fev 2025]. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt2436_22_09_2017.html
3. World Health Organization (WHO). Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020 [internet]. [acesso em 10 jan 2024]. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/94384/9789241506236_eng.pdf?sequence=1
4. Pan American Health Organization - PAHO. World Health Organization (WHO). Organização Mundial de Saúde - OMS. Doenças não transmissíveis (16 de outubro de 2023.) [internet]. [acesso em 20 set 2024]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/16-10-2023-opas-promove-eliminacao-mais-30-doencas-transmissiveis-nas-americas-ate-2030>.
5. Pan American Health Organization - PAHO. World Health Organization (WHO). Compact 30 30 30 PHC for universal health. Report of the High Level Commission Universal Health in the 21st Century: 40 years of Alma-Ata [internet]. [acesso em 19 dez 2024]. Disponível em: <https://www.paho.org/sites/default/files/2019-12/brochure-30-30-30-eng2019.pdf>
6. World Obesity Federation - WOF. Atlas Mundial da Obesidade 2024 [internet]. Londres: Federação Mundial de Obesidade; 2024 [acesso em 20 out 2024]. Disponível em: <https://painelobesidade.com.br/biblioteca/atlas-mundial-da-obesidade-2024/>

7. Nichiata LYI, Passaro T. mHealth e saúde pública: a presença digital do Sistema Único de Saúde do Brasil por meio de aplicativos de dispositivos móveis. *Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde* [internet]. [acesso em 20 set 2024];17(3). Disponível em: <https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/36Brasil>
8. World Health Organization – WHO. Acceleration plan to stop obesity [internet]. 2022 [acesso em 20 dez 2024]. In: 75th World Health Assembly Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/370281/9789240075634-eng.pdf?sequence=1>
9. World Health Assembly - WHA75. Annex 7 Acceleration plan to support Member States in implementing the recommendations for the prevention and management of obesity over the life course [internet]. [acesso em 10 jan 2025]. Disponível em: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA75-REC1/A75_REC1_Interactive_en.pdf#page=105.
10. Ministério da Saúde (BR), Secretaria-Executiva. Departamento de Informática do SUS. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028. Brasília (DF); 2020.
11. Mota E, Carvalho D. Sistemas de informação em saúde. In: Rouquayrol MZ, Gurgel M, organizadores. *Epidemiologia e Saúde*. 13. ed. Rio de Janeiro: Medsi; 2013. p. 605-628
12. Corrêa VP, Paiva KM, Besen E, Silveira DS, Gonzales AI, Moreira E, et al. Impact of childhood obesity in brazil: systematic review. *RBONE* [internet]. 2020 [acesso em 7 jun 2021];14(85):177-83. Disponível em: <http://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/1208/949>
13. Poulain JP, Property RPC, Diez-Garcia RW. Diagnóstico de práticas e comportamentos alimentares: aspectos metodológicos. In: Diez-Garcia RW, Cervato-Mancuso AM, editores. *Mudanças alimentares e educação nutricional*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2016. p. 149-63
14. Lopes, W S. Economic Impact of Remote Monitoring System of the Obesity in Children: Costs of Monitoring and Conventional Practices. In: VIII Congresso Latino-Americano de Engenharia Biomédica e XLII Congresso Nacional de Engenharia Biomédica [internet]. Springer International Publishing. 2020 [acesso em 20 dez 2024]. Disponível em: <https://www.springerprofessional.de/en/economic-impact-of-remote-monitoring-system-of-the-obesity-in-ch/17224110>
15. Creswell JW, Clark VL. *Designing and conducting mixed methods research*. 2.ed. Los Angeles: SAGE Publication; 2011.

16. Sandelowski M. Focus on research methods combining qualitative and quantitative sampling, data collection, and analysis techniques in mixed-method studies. *Research in Nursing & Health*. 2000;23(3): 246-255
17. Lorenzini E. Pesquisa de métodos mistos nas ciências da saúde. *Rev Cuid Bucaramanga* [internet]. 2017 [acesso em 6 out 2024]; 2:1549-1560. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2216-09732017000201549&lng=en&nrm=isso. Doi:[10.15649/cuidarte.v8i2.406](https://doi.org/10.15649/cuidarte.v8i2.406).
18. Fetters MD, Curry IA, Creswell JW. Alcançando a integração em projetos de métodos mistos: princípios e práticas. *Pesquisa em serviços de saúde* [internet]. 2013;48(6pt2): 2134-2156. doi:10.1111/1475-6773.12117
19. Davidson AJ, McCormick EV, Dickinson LM, Haemer MA, Knierim SD, Hambidge SJ. Population-level obesity surveillance: monitoring childhood body mass index z-score in a safety-net system. *Acad Pediatr* [internet]. 2014;14(6):632-8. doi: 10.1016/j.acap.2014.06.007.
20. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Cidades e Estados [internet]. Monteiro Lobato. 2022 [acesso em 20 jan 2025]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/monteiro-lobato.html>
21. Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* [internet]. 2007;85(9):660-7. doi: 10.2471/blt.07.043497.
22. World Health Organization - WHO. WHO Child Growth Standards [internet]. 2007 [acesso em 20 fev 2025]. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43706/9789241547185_eng.pdf?sequence=1
23. Carvalho CA, *et al.* Associação entre fatores de risco cardiovascular e indicadores antropométricos de obesidade em universitários de São Luís, Maranhão, Brasil. *Cien Saude Colet*. 2015;20(2):479-490.
24. Slater B, Philippi ST, Marchioni DM, Fisberg RM. Validação de questionários de frequência alimentar - QFA: considerações metodológicas. *Rev Bras Epidemiol*. 2003;6(3):200-8. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/TPf74tBy4Cg7YrcGwfhKddB/abstract/?lang=pt>
25. Skelton JA, Van Fossen C, Harry O, Pratt KJ. Family dynamics and pediatric weight management: Putting the family into family-based treatment. *Curr Obes Rep* [internet]. 2020;9(4):424-41. doi: 10.1007/s13679-020-00407-9
26. Gamba JCM. O direito humano à alimentação adequada: revisitando o pensamento de Josué de Castro. *Rev Jurídica da Presidência*. 2010;11(95):52- 81.

27. Tavares SMG, Vieira DC, Bastos de Paula SH, Figueiredo RM, Goroso DG. Percepção corporal em pré-adolescentes e adolescentes com sobrepeso e obesidade: uma análise junguiana. *Psico (Porto Alegre)* [internet]. 2020;51(4):1-13. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/revistapsico/article/view/34216/26676>
28. McCabe M, Ricciardelli L, Sitaram G, Mikail K. (2006). Accuracy of body size estimation: Role of biop-sychosocial variables. *Body image* [internet]. 2006; 3(2), 163-17.1 Doi: [10.1016/j.bodyim.2006.01.004](https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2006.01.004)
29. Pelegrini A, Sacomori C, Santos MC, Sperandio FF, Cardoso FL. Body image perception in women: prevalence and association with anthropometric indicators. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano* [internet]. 2014 [acesso em 20 dez 2024];16(1):67-74. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcdh/a/9WNtgdFsCTgF6hmfbgghTVm/?format=pdf&lang=en>
30. Petroski EL, Pelegrini A, Glaner MF. Motivos e prevalência de insatisfação com a imagem corporal em adolescentes. *Cien Saude Colet*. 2012; 4(17): 1071-1077.
31. Goroso DG, Salinet JL, Bissaco MA, Silva RR, Rodrigues SCM, Iwanow T, Paula SHB, Tavares SMG. Avaliação de Tecnologia *on-line* para prevenção primária de DCNT em usuários de serviços básicos de Saúde do SUS. São Paulo; 2018.
32. Aceto G, Persico V, Pescapé A. The role of Information and Communication Technologies in healthcare: taxonomies, perspectives, and challenges. *Journal of Network and Computer Applications* [internet]. 2018;107(1):125-154. Doi: [10.1016/j.jnca.2018.02.008](https://doi.org/10.1016/j.jnca.2018.02.008)
33. Omanović-Miklićanin, Maksimović M, Vujović V. The future of healthcare: nanomedicine and internet of nano things. *Folia Medica Facultatis Medicinae Universitatis Saraevensis*. 2015;50(1).
34. Yach D, Hawkes C, Gould CL, Hofman KJ. The global burden of chronic diseases: overcoming impediments to prevention and control. *JAMA* [internet]. 2004 [acesso em 10 jan 2025];291(21):2616-22. doi: [10.1001/jama.291.21.2616](https://doi.org/10.1001/jama.291.21.2616). Disponível em: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=198852>.
35. Hulsegge G, et al. Today's adult generations are less healthy than their predecessors: Generation shifts in metabolic risk factors: The Doetinchem Cohort Study. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2013;21(9): 1134-1144. doi: [10.1177/2047487313485512](https://doi.org/10.1177/2047487313485512)
36. Della Mea V. What is e-health (2): the death of telemedicine? *J Med Internet Res* [internet]. 2001;3(2):E22. doi: [10.2196/jmir.3.2.e22](https://doi.org/10.2196/jmir.3.2.e22).

37. Ryu K, Lee H;Kim WG. The influence of the quality of the physical environment, food, and service on restaurant image, customer perceived value, customer satisfaction, and behavioral intentions. International Journal of Contemporary Hospitality Management [internet]. 2012; 24(2):200-223 doi:10.1108/09596111211206141
38. World Health Organization – WHO. Noncommunicable diseases country profiles [internet]. 2018 [acesso em 20 dez 2024]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241514620>
39. Silva BMC, et al. Mobile-health: A review of current state in 2015. Journal of biomedical informatics [internet]. 2015; 56: 265-272. doi: 10.1016/j.jbi.2015.06.003
40. Sahin UK, Kirdi N, Bozoglu E, Meric A, Buyukturan G, Ozturk A, Doruk H. Effect of low-intensity versus high-intensity resistance training on the functioning of the institutionalized frail elderly. Int J Rehabil Res [internet]. 2018; 41(3):211-217. doi: 10.1097/MRR.0000000000000285.
41. Gava M, Ferreira LS, Palhares D, Mota ELA. Incorporação da tecnologia da informação na Atenção Básica do SUS no Nordeste do Brasil: expectativas e experiências. Ciênc. saúde colet [internet]. 2016; 21 (3). Doi:10.1590/1413-81232015213.01062015
42. Elgazzar K, et al. Ubiquitous health monitoring using mobile web services. Procedia Computer Science. 2012; 10 (2012): 332-339.
43. Barnett W. Abdala AP, et al. Quimiorrecepção e neuroplasticidade em circuitos respiratórios. 2016.
44. Banos O, *et al.* Design, implementation and validation of a novel open framework for agile development of mobile health applications. Biomedical engineering. 2015: 1-20.

Monitoramento remoto de saúde de crianças com obesidade: avaliando os impactos econômicos na saúde

Walter Saraiva Lopes^I, Antonia Francisca da Silva Saraiva^{II}, Daniel Gustavo Goroso^{III}

Custo econômico da obesidade

A obesidade é afecção clínica multifatorial caracterizada pelo acúmulo de gordura corporal, sendo considerada um fator de risco para o surgimento de diversas doenças crônicas, comorbidades e complicações à saúde^{1, 2, 3}.

O custo da obesidade representa não apenas transtornos econômicos, mas também questões de saúde pública, demandando políticas eficazes e investimentos em prevenção e tratamento para enfrentar esse problema de modo abrangente e sustentável⁴.

Esses custos associados à obesidade podem ultrapassar os gastos do sistema de saúde, incluindo perda de renda no trabalho, problemas na recolocação profissional e repercussões financeiras pela baixa qualidade de vida, acarretando ônus aos cofres públicos^{5, 6}.

-
- I Walter Saraiva Lopes (w.saraiva@yahoo.com.br). Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade de Taubaté (UNITAU), Especialização em Gestão da Saúde Municipal pela Faculdade Focus (FFOCUS), Especialização em Gestão Pública Municipal pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Mestre em Engenharia de Produção (Empreendedorismo de Base Tecnológica) pela Universidade Nove de Julho (UNINOVE) e Doutor em Engenharia Biomédica (Economia em Saúde) pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Professor e Pesquisador da Coordenação do Curso de Ciências Contábeis (COCC) do Centro de Ciências de Imperatriz (CCIm) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).
- II Antonia Francisca da Silva Saraiva (antonyafc@hotmail.com). Bacharel em Ciências Contábeis pela Faculdade do Vale do Itapecuru (FAI) e Administração pela Centro Universitário Internacional (UNINTER), Mestrado e Doutora em Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal do Tocantins (UFT).
- III Daniel Gustavo Goroso (danielg@umc.br) é físico pela Faculdade de Ciências Exatas da Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina. Doutor em Engenharia Biomédica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com pós-doutorado pelo UC Davis Health Center da University of California, Estados Unidos. Professor visitante no College of Medicine da University North State of California, Estados Unidos, é professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC).

Uma maneira eficaz de reduzir esses custos é pela telemedicina, pois a modalidade tem a possibilidades de ampliar o acesso aos cuidados de saúde, aprimorar os resultados clínicos dos pacientes e diminuir os gastos com saúde⁷. O ganho de custo-efetividade com o uso da tecnologia da informação em saúde pode ter bom desempenho econômico com a redução dos custos em comparação com os cuidados habituais de pacientes com diferentes doenças crônicas não transmissíveis⁷.

As inovações tecnológicas médicas têm sido aplicadas com sucesso em diversas situações que não seriam resolvidas por enfoques terapêuticos convencionais da medicina, incluindo intervenções cirúrgicas e farmacológicas. A prática convencional refere-se à estrutura e aos serviços de saúde pública adotada pelo Sistema Único de Saúde (SUS)⁸.

Um acompanhamento médico de nutrição, integrada à tecnologia de monitoramento remoto, pode contribuir para resultados mais eficazes no controle de peso dos pacientes com obesidade, aumentando sua expectativa de vida^{9,10}.

De acordo com Schulz *et al.*¹¹, para avaliar indicadores econômicos calcula-se o custo-utilidade, comparando a prática convencional com a tecnologia a ser incorporada ao sistema de saúde, ambos em relação à qualidade de saúde de pacientes. Neste estudo, a tecnologia sugerida é a incorporação do FLEEM System[®] (*Free Living Energy Expenditure Monitoring System*[®]) como um recurso de acompanhamento remoto de pacientes. Esta tecnologia é uma plataforma de monitoramento remoto que capta, armazena e processa os dados biomédicos do paciente¹²⁻¹⁴.

Qualquer uma das modalidades de intervenções – o monitoramento remoto e a prática convencional – têm como a finalidade de melhorar a qualidade de vida de pacientes. Uma forma de quantificar esse desfecho consiste em mostrar a utilidade de medidas do estado de saúde, por uma escala de 0 a 1; em que 0 representa morte ou pior estado de saúde, e 1, em que se refere a uma pessoa com saúde perfeita¹⁵. O desfecho custo – efetivo com base em *Quality-Adjusted Life Years* (QALY) é uma medida que acrescenta os ganhos de quantidade de anos de vida com qualidade de vida.

Observa-se um aumento na prevalência da obesidade, resultando nos custos econômicos associados à doença. Esses custos geralmente são calculados com base no acompanhamento clínico de prática convencional de saúde¹⁶. Nesse cenário, o paciente é acompanhado somente em

consultório por médico ou enfermeiro^{17,18}. Isso se confirma no município de Monteiro Lobato no estado de São Paulo, Brasil, com prática convencional, pois as consultas médicas e de enfermagem são as principais intervenções de saúde do SUS¹⁴.

O uso da tecnologia de monitoramento remoto na assistência de saúde tem propiciado a redução dos custos de saúde e efetividade da intervenção na atenção e promoção de saúde^{11,19}. Assim, cabe o seguinte pressuposto: a tecnologia de monitoramento remoto na prevenção e controle da obesidade em criança representa uma inovação no sistema de saúde, contribuindo economicamente para a redução dos custos com a saúde.

O custo de atendimento relacionado à obesidade representaria um problema econômico pois sobrecarrega os sistemas de saúde. É sugestiva a procura por intervenções que sejam economicamente exequíveis e tecnologicamente eficazes. Nesse sentido, o custo do sistema de saúde tem como benefício a escolha da tecnologia e o aumento na qualidade de vida dos pacientes²⁰.

Realizou-se uma pesquisa de campo, com características quantitativa e exploratória, com a intenção de analisar o impacto econômico da implementação da tecnologia de monitoramento remoto na prevenção e controle da obesidade em crianças, visando reduzir os custos no sistema de saúde.

O controle da obesidade, um problema de saúde pública associado com custos elevados, poderia se beneficiar da inovação tecnológica, especialmente do monitoramento remoto, que se mostra um potencial aliado eficaz na prevenção e controle da obesidade.

Metodologia dos custos econômicos em saúde

O estudo foi realizado no município de Monteiro Lobato, estado de São Paulo, Brasil, onde operou-se a mensuração dos custos e o cálculo de custo – utilidade da aplicação do monitoramento remoto em crianças.

O monitoramento foi feito em estudantes de quatro escolas, utilizando dois enfoques de saúde: i) o sistema FLEEM System[®] de monitoramento remoto, operado por uma equipe multidisciplinar em tempo real, e ii) a

prática convencional de saúde do SUS, envolvendo profissionais de saúde que seguem um agendamento regular em unidades básicas de saúde.

Foram dois os delineamentos do trabalho de campo junto de serviços de saúde: i) a plataforma FLEEM System^{*} de monitoramento remoto, um sistema avançado em saúde para captar, armazenar e processar dados biomédicos, com o acompanhamento de equipe de saúde composta por médico, enfermeiro, profissional de educação física e nutricionista, com atendimento em tempo real; ii) a prática convencional de saúde pelo SUS é realizada por dois profissionais de saúde, geralmente por médico e enfermeiro que acompanham conforme o agendamento do serviço na Unidade Básica de Saúde ou Unidade da Estratégia de Saúde da Família, vinculadas à Secretaria Municipal de Saúde de Monteiro Lobato.

Os dados utilizados para o desenvolvimento da pesquisa foram os da avaliação econômica em saúde, com base em sinais biomédicos e dos custos de saúde, em ambas modalidades de intervenções. Os dados de custos foram levantados segundo valores de 2019.

A proposta de pesquisa foi submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Mogi das Cruzes, sob Registro CAAE nº 47883215.0.0000.5497 e à Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo, sob o Registro CAAE nº 47883215.0.3001.0086, tendo obtido em ambos pareceres a favor a sua realização.

Para a avaliação econômica de saúde, os custos relacionados aos profissionais de saúde, ao consumo de insumos e aos serviços foram considerados custos diretos no tratamento clínico dos pacientes²¹. Os custos do FLEEM System^{*} e da prática convencional foram então levantados e classificados.

O FLEEM System^{*} inclui o atendimento do médico na avaliação de relatórios clínicos, enfermeiro com procedimentos e consultas de enfermagem, nutricionista com aplicação do questionário sobre a frequência de consumo de alimentos, profissional de educação física na execução de avaliação antropométrica e insumos e de serviços relacionados com o consumo de diferentes recursos. A prática convencional foi realizada principalmente com as consultas médicas, de enfermagem e o consumo dos insumos e serviços relacionados.

A Equação 1, desenvolvida pelos autores, permite calcular o custo unitário anual de profissionais de saúde no atendimento por paciente em cada modalidade de intervenção:

$$APS_{fs \text{ ou } pc} = \frac{\left[\left(\frac{S_e}{J_e}\right) * T_e\right] + \left[\left(\frac{S_{ef}}{J_{ef}}\right) * T_{ef}\right] + \left[\left(\frac{S_n}{J_n}\right) * T_n\right] + \left[\left(\frac{S_m}{J_m}\right) * T_m\right]}{(J * F)} \quad (1)$$

Em que $APS_{fs \text{ ou } pc}$: Custo unitário anual de cada atendimento por profissional de saúde; S_e : Salário bruto (sem descontos) mensal da enfermagem; S_{ef} : Salário bruto (sem descontos) mensal do profissional de educação física; S_n : Salário bruto (sem descontos) mensal do nutricionista; S_m : Salário bruto (sem descontos) mensal do médico; J_e : Jornada de trabalho semanal da enfermagem, 30 horas semanais; J_{ef} : Jornada de trabalho semanal do profissional de educação física, 40 horas semanais; J_n : Jornada de trabalho semanal do profissional nutricionista, 30 horas semanais; J_m : Jornada de trabalho semanal do médico, 20 horas semanais; T_e : Tempo gasto por atendimento ou procedimento de enfermagem por paciente; T_{ef} : Tempo gasto por atendimento ou procedimento do profissional de educação física por paciente; T_n : Tempo gasto por atendimento (procedimento) do nutricionista por paciente; T_m : Tempo gasto por atendimento ou procedimento do médico por paciente; J : Jornada de trabalho mensal para fins legais, cinco semanas; F : Fator de Conversão, transformar horas em minutos, ou, uma hora corresponde a sessenta minutos.

Para a mensuração do custo dos insumos e serviços relacionados com o consumo de diferentes recursos, utiliza-se a Equação 2, que representa valor unitário para realização do procedimento anual do monitoramento remoto; essa equação também foi desenvolvida pelos autores.

$$Cu_{fs} = \left(\frac{Is_{fs}}{Tq_{fs}}\right) * T_{fs} \quad (2)$$

Em que Cu_{fs} : Custo unitário anual dos insumos e serviços por atendimento do FLEEM System[®]; Is_{fs} : Custo total dos insumos e serviços para funcionamento do FLEEM System[®]; Tq_{fs} : Quantidade de minutos mês com

base legais, (24 horas x 7 dias x 5 semanas x 60 minutos [fator de conversão minutos]); Tps: Total em minutos anual, tempo disponibilizado pelos profissionais de saúde no atendimento por paciente, total de 1.440 minutos (considerado um minuto por dia de cada profissional [médico, enfermeiro, profissional da educação física e nutricionista]).

A Equação 3 representa o custo unitário anual dos insumos e serviços por atendimento da prática convencional²².

$$Cu_{pc} = \frac{Is_{pc}}{Q} \quad (3)$$

Em que Cu_{pc} : Custo unitário dos insumos e serviços por atendimento da prática convencional de saúde; Is_{pc} : Custo total dos insumos e serviços para funcionamento por atendimento da prática convencional de saúde; Q: Quantidade de atendimentos pela prática convencional de saúde, total de atendimento anual de 296 pacientes.

Como apresentado, foram incluídos os custos por modalidade de intervenção de profissionais de saúde e do consumo de insumos e serviços. Para Dee *et al.*²¹, esses custos resultaram no custo total direto, ou simplesmente custo total, que agrega todos os gastos envolvidos no serviço de saúde.

A relação entre custo e efetividade é indispensável para dimensionar o desfecho da qualidade de saúde²³. O efeito na saúde deve ser medido em qualidade de anos de vida ganhos²³.

A qualidade de saúde baseia-se no valor denominado utilidade, o qual representa o estado de saúde ou resultado obtido com tratamento. A medida é quantificada por uma escala tem valor de 0 (zero) a 1 (um), no qual o valor aproximado de 0 representa a morte ou pior estado de saúde e o valor crescente significa a busca pela plena saúde ou estado saudável, denotado pelo valor 1¹⁵. Neste estudo, o desfecho foi medido com base no estado de saúde indicado pelos dados biomédicos.

A incorporação das medidas de quantidade e qualidade de vida de avaliação econômica em saúde pode mensurar custo – efetividade das intervenções na prevenção e controle de saúde²⁴. Em outros termos, a

utilidade está associada aos anos de sobrevida, obtendo-se assim, o *Quality-Adjusted Life Years* (QALY), que representa os anos de vida ganhos (Equação 4)²⁴. O QALY é uma medida de desfecho para a análise de custo-utilidade (ACU).

$$QALY = U.T \quad (4)$$

Em que QALY: Valor de anos ganhos; U: Medida de qualidade vida de utilidade, fator de 0 a 1; T: Quantidade de anos de sobrevida.

A ACU é uma forma de avaliação econômica, que permite comparar as intervenções com os desfechos de qualidade e quantidade de vida²⁵. A ACU estima não somente o desfecho do custo econômico dos anos de vida vividos, mas o custo da qualidade de vida saudável. Nesse sentido, espera-se que a intervenção apresente um desfecho dominante e com o menor custo por QALY ganho¹¹. A fórmula para calcular a ACU se expressa na Equação 5¹¹.

$$ACU = \frac{Custo_{FS} - Custo_{PC}}{QALY_{FS} - QALY_{PC}} \quad (5)$$

Em que ACU: Análise custo – utilidade em relação aos QALY; Custo_{FS}: Custo da intervenção de Fleem System®; Custo_{PC}: Custo da intervenção da prática convencional; QALY_{FS}: Representa anos ganho de Fleem System®; QALY_{PC}: Representa anos ganhos pela prática convencional.

Análise dos custos econômicos em saúde

Para o FLEEM System®, o custo relacionado com os profissionais de saúde, como salário, jornada de trabalho semanal e tempo para realização de procedimentos, por profissional, foi assim considerado: i) Médico – salário de R\$ 9.173,33, com base na jornada de trabalho de 20 horas semanais, e o tempo médio na avaliação dos relatórios clínicos com 60 minutos/ano; ii) Enfermeiro – salário de R\$ 5.351,11, com base na jorna-

da de trabalho de 30 horas semanais, e o tempo médio de realização dos procedimentos de enfermagem com 135 minutos/ano; iii) Nutricionista – salário de R\$ 4.128,00, com base na jornada de trabalho de 30 horas semanais, e o tempo médio nas avaliações das frequências de consumo de alimentos com 100 minutos/ano; iv) Profissional de Educação Física – salário de R\$ 3.822,22, com base na jornada de trabalho de 40 horas semanais, e o tempo médio das avaliações antropométricas com 140 minutos/ano. Quanto aos custos totais com insumos e serviços, foram calculados no valor de R\$ 9.759,44, com base em 1.440 minutos/ano de serviços.

Para a prática convencional, os custos relacionados aos profissionais de saúde (médico e enfermeiro), para o salário e jornada de trabalho mensais, são iguais ao FLEEM System[®]; o tempo médio para realização de consultas médicas foi calculado em 180 minutos/ano e os procedimentos e consultas de enfermagem, em média, foi de 240 minutos/ano. Os custos totais com insumos e serviços foram de R\$ 113.699,52 ao ano.

O custo total direto do FLEEM System[®] foi de R\$ 541,31 e o da prática convencional de R\$ 801,96; ambos os valores representam os custos anuais, por criança (paciente) de cada modalidade. Na Tabela 1 apresenta-se o detalhe de cada elemento do custo acumulado para prevenção e controle da obesidade em crianças, no período de um ano, Equações 1 a 3.

Tabela 1: Custo total do FLEEM System[®] e da prática convencional, 2024.

Modalidade	Recursos	Custos (R\$)
FLEEM System [®]	-Insumos ou serviços	278,88
	-Médico(a)	91,72
	-Enfermeiro(a)	80,28
	-Nutricionista	45,87
	-Educação Física ^a	44,60
	Custo Total	541,31
Prática Convencional	-Insumos ou serviços	384,12
	-Médico(a)	275,16
	-Enfermeiro(a)	142,68
	Custo Total	801,96

Fonte: Elaborada pelos autores. (a) Profissional de Educação Física.

Considerando a efetividade da utilidade do estado de saúde das crianças acompanhadas tanto pela prática convencional quanto pelo monitoramento remoto por meio do FLEEM System[®], a avaliação foi realizada com base nos coeficientes obtidos a partir dos dados biomédicos e do quadro clínico. Dessa forma, a Tabela 2 apresenta os valores relacionados ao estado de saúde conforme a intervenção aplicada, bem como a utilidade clínica atribuída dos dados biomédicos.

Para calcular o QALY, deve-se levar em consideração a utilidade clínica e os anos remanescentes, considerando uma expectativa de 72 anos de vida para os moradores do município de Monteiro Lobato/SP²⁶. Assim, os anos de vida saudáveis nos quais cada intervenção vai propiciar, por meio da utilidade clínica, a transformação dos anos de vida ajustados pela qualidade ganha. A Tabela 2 apresenta os anos de vida saudáveis e com base no QALY (Equação 4).

Tabela 2: Utilidade clínica e valor QALY

Modalidade	Utilidade clínica		QALY
	Utilidade média	p-value	
FLEEM System [®]	0,91	< 0,0001	56,42
Prática Convencional	0,85		52,70

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao substituir a prática convencional pela utilização do FLEEM System[®] na prevenção e controle da obesidade de crianças, observou-se um aumento da efetividade de 0,06 utilidade clínica e um ganho de 3,10 QALY em anos de vidas extras, ou adicionais, com qualidade de vida saudável. O custo incremental e a análise custo – utilidade incremental foram calculados com a Equação 5 por QALY ganho, valores representados na Tabela 3.

Tabela 3: Análise de custo-utilidade do FLEEM System® em comparação com prática convencional

Elementos	FLEEM System®	Prática convencional
Custo	R\$ 541,31	R\$ 801,96
Custo de incremental	-	R\$ -260,65
Utilidade	0,91	0,85
Utilidade incremental	-	-0,06
QALY	56,42	52,70
QALY incremental	-	-3,72
Custo-utilidade incremental	-	R\$ -70,07

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao incorporar o FLEEM System® em relação à prática convencional de saúde, conforme a Tabela 3, o custo incremental foi de R\$ -260,65 que representa um ganho econômico de 32,50% e ACU de R\$ -70,07 por QALY ganho.

Com essas circunstâncias, o uso do monitoramento remoto com o FLEEM System® teve um ganho de custo incremental, de efetividade na utilidade clínica de QALY incremental. Essa intervenção foi considerada efetiva, pois mostrou menor custo dominante e melhores efetividades no quadro clínico. Os resultados encontrados no estudo podem ser confirmados por um estudo sobre intervenções de *eHealth*, que indica potencializar a qualidade da assistência em saúde e redução de custos com atendimentos *online*²⁷.

Um outro estudo, em que se utilizou telemonitoramento, obteve-se uma economia de 57,64% ou € 63.28 por paciente em 12 meses, em relação ao acompanhamento convencional²⁸.

Mostraram-se neste estudo ganhos da efetividade da qualidade em saúde, com 0,06 utilidade clínica e 3,72 QALY (Tabela 2), mostrando que o FLEEM System® contribui com melhoras no estado clínico de pacientes.

Considerações finais sobre o monitoramento remoto e suas implicações

O monitoramento remoto com o FLEEM System^{*} apresentou evidência de melhores desfechos econômico e clínico em comparação com a prática convencional de saúde. Acrescente-se também que o sistema operou funcionalmente em regiões remotas, de forma *offline*, sem perda da qualidade de dados biomédicos.

Nesse contexto, o FLEEM System^{*}, na assistência de monitoramento de saúde *online*, apresenta-se como uma potente opção à disposição do sistema de saúde, pois resultou em aumento expressivo no acesso aos serviços de saúde, principalmente em lugares geograficamente isolados. O sistema de monitoramento também apresentou qualidade na assistência de saúde, com custo inferior ao operado pela prática convencional.

De fato, como mostrado na pesquisa, a intervenção por esse mecanismo revelou-se dominante em relação à intervenção convencional e mais custo – efetiva numa assistência que incorpora a prevenção e o controle da obesidade em crianças do município de Monteiro Lobato. Isso tem importância para o âmbito da atenção primária, visando a garantia de qualidade de vida em relação à saúde, evitando as doenças e ostentando uma avaliação econômica de saúde que apresentou boa atratividade, especialmente pelo menor custo e maior efetividade. Destaca-se por ser um instrumento *online* de saúde, pela importância na prevenção de doenças e na promoção da saúde, com vantagens de custos, em comparação a assistência presencial tradicional, ou seja, prática convencional.

O ganho econômico para o sistema de saúde alçou a 32,50% nos atendimentos realizados por meio de monitoramento remoto, mas esse valor poderia ser ainda maior, caso se considerassem as possíveis reduções de uso de medicamentos, de internações hospitalares, de consultas médicas com especialistas, exames, entre outras necessidades de serviços que o problema poderia acarretar.

O QALY obtido representa anos saúde que estas crianças terão ao longo da vida. Com isto podem-se projetar possíveis reduções de custos previdenciários, pois preserva a autonomia individual para geração da

própria renda. Também pode-se antever potencial redução de gastos públicos e maior movimentação econômica no município.

Como demonstrado, os custos relacionados ao FLEEM System® são de R\$ 541,31 e à prática convencional de R\$ 801,96; ambos os valores representando os custos anuais, por criança (paciente) na respectiva modalidade. Decorre uma economia de R\$ 260,65 (Tabela 3). Concluindo, economizou-se R\$ 70,07 para cada QALY ganho e, em saúde, 0,06 em utilidade clínica, ou seja, apresenta um melhor desfecho de custo dominante e também de efetividade na prevenção e controle da obesidade em crianças.

Agradecimentos

Walter Saraiva Lopes agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa/taxa.

Antonia Francisca da Silva Saraiva agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Daniel Gustavo Goroso agradece o apoio financeiro da Fundação de Apoio à Educação e Pesquisa de Mogi das Cruzes, SP, Brasil (FAEP).

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), [processo nº 15 / 50064-0].

Referências

1. Barbany M, Foz M. Obesidad: Concepto, clasificación y diagnóstico. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. 2002;25 (Supl. 1): 7-16. Disponível em: <<http://doi.org/10.23938/ASSN.0810>>.
2. Bray GA. Medical Consequences of Obesity. *J Clinical Endocrinol Metab*; 2004; 89 (6):2583-2589. Disponível em: <<https://doi.org/10.1210/jc.2004-0535>>.

3. Choukem SP, Tochie JN, Sibetcheu AT, Nansseu JR, Hamilton-Shield JP. Overweight / obesity and associated cardiovascular risk factors in sub-Saharan African children and adolescents: a scoping review. *Int J Pediatr Endocrinol*. 2020; 2020 (1):1-13. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s13633-020-0076-7>>.
4. Disponível em: <>. Coutinho W, Lins APM. Custo econômico da obesidade no Brasil e no mundo. In: Koogan G, organizador. *Tratado de Obesidade*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara; 2015. p. 2106.
5. Bahia LR, Araújo DV. Impacto econômico da obesidade no Brasil. *Revista HUPE*. 2014;13 (1): 11-17. Disponível em: <<http://doi.org/10.12957/rhupe.2014.9793>>.
6. Goettler A, Grosse A, Sonntag D. Productivity loss due to overweight and obesity: a systematic review of indirect costs. *BMJ Open*. 2017; 7(10): 1-9. Disponível em: <<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-014632>>.
7. Flodgren G, Rachas A, Farmer AJ, Inzitari M, Shepperd S. Interactive telemedicine: effects on professional practice and health care outcomes. *Cochrane Database of Syst Rev* [internet]. 2015;9:CD002098. Disponível em: <<http://doi.org/10.1002/14651858.CD002098.pub2>>.
8. Ministério da Saúde (BR). Programa crescer saudável: Manual instrutivo do programa de controle e prevenção ao tratamento da obesidade infantil [internet]. 2021. Disponível em: <http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/faq_programa_crescer_saudavel.pdf>. Acesso em: 28 / abr / 2025.
9. Lopes WS, Zanin NB, Maia PB, Watanabe WT, Paula SHB, Silva RR, Goroso DG. Obesidade em crianças: impacto socioeconômico do monitoramento remoto em relação aos cuidados convencionais. In: Molin RSD, organizador. *Saúde em Foco: doenças emergentes e reemergentes*. Editora Científica Digital; 2020b. p. 313-326. Disponível em: <<http://doi.org/10.37885/201001813>>.
10. Lopes W S, Bertolani N B Z, Watanabe WT, da Silva R R, Bastos de Paula S H, Saraiva A F S, Goroso D G. Economic evaluation of the cost-utility of remote monitoring in children with obese in rural zone. *Observatório de la economía latinoamericana*, 21(10), 17782-17805. Disponível em: <<https://doi.org/10.55905/oelv21n10-176>>.
11. Schulz DN, Smit ES, Stanczyk NE, Kremers SPI, Vries H, Evers MAA. Economic Evaluation of a Web-Based Tailored Lifestyle Intervention for Adults: Findings Regarding Cost-Effectiveness and Cost-Utility From a Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res* [internet]. 2014 [acesso em 25 nov 2023];16 (3):1-18. Disponível em: <<http://doi.org/10.2196/jmir.3159>>.

12. Goroso DG, Silva RR, Odstrcil M. Monitoring heart rate variability online using e- health oriented 3G mobile telephone services Monitoring heart rate variability on-line used mobile telephone 3G e-health service oriented. *Journal of Physics: Conference Series* [internet]. 2013 [acesso em 10 set 2023];477 (1):1-8. Disponível em: <<http://doi.org/10.1088/1742-6596/477/1/012036>>.
13. Lopez LJR. Modelo para quantificar o gasto energético humano desenvolvido em plataforma móvel. Tese doutorado em Engenharia Biomédica. Mogi das Cruzes: Universidade de Mogi das Cruzes; 2012.
14. Silva DP, Watanabe WT, Lopes WS, Rodrigues H, Silva RR, Salinet J, et al. Monitoring Remote of Biomedical Signal. *Computing in Cardiology* [internet]. 2019; 46:1-2. Disponível em: <<http://doi.org/10.22489/CinC.2019.181>>.
15. Khabibullina A, Gerry CJ. Valuing Health States in Russia: A First Feasibility Study. *Value in Health Regional*. 2019; 19:75-80. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.vhri.2019.01.005>>.
16. Xu H, Li Y, Du S, Zhang Q, Liu A, Sun J, Ma G. Cost-utility and cost-benefit analyses of school-based obesity prevention program. *BMC Public Health*. 2020; 20(1608):1-7. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12889-020-09718-x>>.
17. Bogt NCW, Bemelmans WJE, Broer J, Smit AJ, Meer KVD. Preventing Weight Gain by Lifestyle Intervention in a General Practice Setting: Three-Year Results of a Randomized Controlled Trial. *Archives of internal medicine*. 2011;171(4):306-313. Disponível em: <<http://doi.org/10.1001/archinternmed.2011.22>>.
18. Lopes WS, Silva DP, Watanabe WT. Economic impact of remote monitoring system of the obesity in children: Costs of monitoring and conventional practices. In: Díaz CAG. *et al.* (org.). VII Latin American Conference on Biomedical Engineering and XLII National Conference on Biomedical Engineering. 75. ed. Cancún/México: 2020a. p. 1417-1427. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30648-9_183>.
19. Schulz PJ, Hulsman RL. Assessing the quality of eHealth programs and their impact on health behaviour and health outcomes of users. *Patient Education and Counseling*. 2009; 77(1): 1-3.
20. Canaway A, Frew E, Lancashire E, Pallan M, Hemming K, Adab P. Economic evaluation of a childhood obesity prevention programme for children: results from the WAVES cluster randomised controlled trial conducted in schools. *PLoS One*. 2019; 14 (7): 1-14. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.pec.2009.08.006>>.

21. Dee A, Kearns K, O'Neill C, Sharp L, Staines A, O'Dwyer V, et al. The direct and indirect costs of both overweight and obesity: a systematic review. *BMC Research Notes*. 2014; 7(1): 1-9. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1756-0500/7/242>>.
22. Cortez DN, Moraes JT, Ferreira IR, Silva EL, Lanza FM. Costs of treating skin lesions in primary health care. *Estima*. 2019; 17:1-7. Disponível em: <https://doi.org/10.30886/estima.v17.824_IN>.
23. Nuijten MJC, Dubois DJ. Cost-utility analysis: current methodological issues and future perspectives. *Front Pharmacol*. 2001; 2 (29): 1-5. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fphar.2011.00029>>.
24. Lancsar E, Yuanyuan G, Gyrd-Hansen D, Butler J, Ratcliffe J, Bulfone L, et al. The relative value of different QALY types. *J Health Econ*. 2020; 70:1-13. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2020.102303>>.
25. Savitz LA, Savitz ST. Can delivery systems use cost-effectiveness analysis to reduce healthcare costs and improve value?. *F1000Res*. 2016; 5: 2575. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5081157/>>.
26. Secretaria Municipal da Saúde de Monteiro Lobato (SP) [internet]. 2020 [acesso em 19 maio 2020]. Disponível em: <<http://monteirolobato.sp.gov.br.177-126-176-85.weblinesistemas.com/?pag=T1RjPU9EZz1PVFU9T0dVP U9HST1PVEE9T0dFPu9HRT0=&idmenu=228>>.
27. Elbert NJ, Os-Medendorp HV, Resenlaar WV, Ekelanf AG, Roijen LHV, Raat H, et al. Effectiveness and cost-effectiveness of ehealth interventions in somatic diseases: a systematic review of systematic reviews and meta-analyses. *J Med Internet Res*. 2014; 16(4): 1-23. Disponível em: <<http://doi.org/10.2196/jmir.2790>>.
28. Lopez-Villegas A, Catalan-Matamoros D, Robles-Musso E, Bautista-Mesa R, Peiro S. Cost-utility analysis on telemonitoring of users with pacemakers: The PONIENTE study. *Journal Telemed Telecare*. 2019; 25 (4): 204-212. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/1357633X18767184>>.

Análises econômicas na incorporação de tecnologias em saúde: perspectivas nos cuidados de saúde

Walter Saraiva Lopes^I, Antonia Francisca da Silva Saraiva^{II}, Silvia Helena Bastos de Paula^{III}, Daniel Gustavo Goroso^{IV}

Contexto das análises econômicas da incorporação de tecnologias de saúde

A incorporação de tecnologias de saúde tem propicia melhorias de qualidade de atendimentos aos pacientes, que vão além do aspecto clínico e influem diretamente na avaliação econômica associada aos cuidados de saúde. A área de saúde passa por transformações na modalidade de atendimentos, com a incorporação de dispositivos, *softwares* e outras

- I Walter Saraiva Lopes (w.saraiva@yahoo.com.br). Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade de Taubaté (UNITAU), Especialização em Gestão da Saúde Municipal pela Faculdade Focus (FFOCUS), Especialização em Gestão Pública Municipal pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Mestre em Engenharia de Produção (Empreendedorismo de Base Tecnológica) pela Universidade Nove de Julho (UNINOVE) e Doutor em Engenharia Biomédica (Economia em Saúde) pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Professor e Pesquisador da Coordenação do Curso de Ciências Contábeis (COCC) do Centro de Ciências de Imperatriz (CCIm) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).
- II Antonia Francisca da Silva Saraiva (antonyafc@hotmail.com). Bacharel em Ciências Contábeis pela Faculdade do Vale do Itapecuru (FAI) e Administração pela Centro Universitário Internacional (UNINTER), mestrado e doutorado em Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal do Tocantins (UFT).
- III Silvia Helena Bastos de Paula (silviabastos@isaude.sp.gov.br) é pesquisadora científica (PqC VI) do Instituto de Saúde da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Graduada em Enfermagem com pós-doutorado em Saúde Coletiva pela Universidade Estadual do Ceará, na área de concentração de Avaliação em Saúde. Doutorado no Programa de Pós-graduação da CCD/SES/SP, pelo Instituto Emilio Ribas, na área de concentração em Saúde Pública e Infectologia. Mestrado em Saúde Pública pela Universidade Federal do Ceará (UFC), especialização em Saúde Pública pela UFC e especialista pela Fiocruz na Formação de Ativadores de Processos de Mudança na Educação Superior de Profissionais de Saúde.
- IV Daniel Gustavo Goroso (danielg@umc.br) é físico pela Faculdade de Ciências Exatas da Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina. Doutor em Engenharia Biomédica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com pós-doutorado pelo UC Davis Health Center da University of California, Estados Unidos. Professor visitante no College of Medicine da University North State of California, Estados Unidos, é professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC).

tecnologias para aprimorar os serviços de saúde eletrônica (e-Saúde). A e-Saúde é instrumento útil no acesso aos serviços de saúde, visando a eficiência e qualidade de cuidados de saúde, além de promover a inclusão e a equidade no sistema de saúde^{1, 2, 3}.

Neste contexto, o principal obstáculo do sistema de saúde está no dispêndio de recursos econômicos em atendimentos desta natureza, especialmente para os tratamentos paliativos de doenças⁴. Tais tratamentos são feitos para cuidados convencionais, que compreendem estrutura física os atendimentos desta natureza de saúde. Os cuidados são custeados com recursos financeiros do Sistema Único de Saúde (SUS), sistema público de saúde do Brasil⁵. No presente estudo, o foco concentra-se nos acompanhamentos clínicos realizados nas unidades de saúde.

Basicamente, as doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, doenças cardiovasculares, respiratórias, diabetes *mellitus*, entre outras⁶, são acompanhadas nas unidades de saúde por profissionais de saúde. Essas doenças resultam em custos tratamentos e perda do bem-estar social⁷.

Os transtornos que provocam essas doenças são causadores de elevados gastos na saúde^{6,8}. Muitos desses custos poderiam ser evitados, por meio de mudanças de hábitos de comportamento, com nutrição saudável e prática de atividade física⁹, ao reduzir complicações de doença ou até mesmo a ocorrência de óbitos, eventos que aumentam os gastos ao sistema de saúde¹⁰.

A assistência de saúde sob modalidade de cuidados convencionais se expressa no entorno do médico e do enfermeiro que fazem consultas sob presença nas unidades de saúde^{11,12}. No acompanhamento clínico observa-se o aumento de obesidade, associada a outras doenças crônicas não transmissíveis e, conseqüentemente, ao custo econômico decorrente dessas doenças^{13,14}.

Estudos assinalam aumento dos custos na saúde se não houver intervenção de prevenção e controle, principalmente com instrumentos funcionais^{15,16}, que produzem mudanças de comportamento capazes de gerar efetividade e eficiência de acompanhamento de pacientes¹⁷, especialmente quanto às doenças crônicas não transmissíveis.

O uso da telessaúde é forma de gerenciamento da atenção às doenças crônicas. O aumento de adesão ao tratamento, por meio de uso desta

tecnologia, assim como o acompanhamento dos desfechos clínicos pode reduzir custos de saúde¹⁸. Da mesma forma, o constante acompanhamento do quadro clínico do paciente por profissionais de saúde resulta em maior adesão à tecnologia *online* de cuidados de saúde.

A tecnologia aplicada à saúde pode oferecer um modelo de atenção de melhor custo – efetividade. A experiência comprova este resultado quando o acompanhamento de pacientes é feito com instrumento *online* como telemedicina, telessaúde, e monitoramento remoto, entre outras modalidades de e-Saúde. Em especial, a telessaúde de monitoramento remoto capta, armazena e processa os dados biomédicos de pacientes para posterior acompanhamento por profissionais da saúde¹³. As consultas e os dados biomédicos são acompanhados por médicos, enfermeiros, nutricionistas e profissionais de educação física, entre outros, cujas ações ultrapassam a consulta *online*, ao promover mais saúde e qualidade de vida.

As tecnologias de saúde favorecem a redução de gastos para o sistema de saúde e, em âmbito social mais amplo, melhorias na qualidade de vida^{19,20,21}.

Considerando a expectativa de repercussão positiva de tecnologias de saúde, tanto em aspectos econômicos quanto benefícios clínicos, surge a necessidade de compreender de que forma essas inovações têm influído nas análises econômicas relacionadas aos cuidados de saúde. Este estudo analisa as perspectivas econômicas de cuidados de saúde em decorrência da incorporação destas tecnologias.

Procedimentos metodológicos das análises econômicas de tecnologias em saúde

Realizou-se pesquisa descritiva e de campo de avaliação econômica, em termos de análise de custo-minimização. Para tanto calculou-se a diferença de custos de 296 atendimentos de saúde no município de Monteiro Lobato/SP, nos quais considerou-se terem a mesma finalidade: o bem-estar em relação à saúde²². Os dados de custos foram levantados para o ano de 2019.

Os atendimentos enquadraram-se em dois tipos de intervenção no âmbito da atenção primária de saúde voltados à prevenção de obesidade

de crianças no período escolar. Cada tipo de intervenção correspondia à específica tecnologia empregada: i) Monitoramento remoto, por recurso de apoio à telessaúde, para acompanhamento e registro de atividades físicas (gastos energéticos), de ingestão de alimentos, frequência cardíaca e avaliações complementares dos pacientes, sob perspectiva de atenção integral. O acompanhamento se deu por quatro profissionais de saúde: médico, enfermeiro, nutricionista e profissional de educação física; ii) Cuidado convencional, representado por consultas médicas ou de enfermagem nas unidades do SUS.

A pesquisa recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Mogi das Cruzes com Registro CAAE nº 47883215.0.0000.5497 e a Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo com o Registro CAAE nº 47883215.0.3001.0086 e todos os dados foram coletados com aplicação de TCLE e termo de anuência.

Os elementos de custos das intervenções foram identificados e quantificados como exigível para estudos de avaliação econômica de saúde, genericamente denominados custos em saúde²³; incluem atendimentos e consultas médicas, procedimentos e consultas de enfermagem, entre outros procedimentos relativos aos serviços e materiais de saúde.

O levantamento de custos para ambas as intervenções foi dividido em dois grupos: custos com profissionais de saúde e com recursos materiais. Os custos com profissionais correspondiam aos dispêndios a profissionais acima listados. Para levantamento de custos de recursos materiais empregados em cada serviço consideraram-se gastos, consumos e atualizações de valores, a saber: aluguel, depreciação, amortização, energia elétrica e outros custos, que tiveram pequenas alterações entre as intervenções.

A análise de custo-minimização (ACM), um tipo de custo-efetividade, foca na comparação de custos de duas ou mais intervenções ou tecnologias alternativas, procurando-se identificar, preferentemente a menor custo, e mais eficiente²⁴. Por meio da Equação 1, chega-se à diferença entre as tecnologias²⁵.

$$ACM = c_{mr} - c_{cc} \quad (1)$$

Em que ACM é a análise de custo-minimização e C é o custo da intervenção do monitoramento remoto (mr) e de cuidados convencionais (cc).

Realizou-se projeção de ACM para cinco anos, com correção de 5% ao ano nos custos levantados nas intervenções²⁶.

A análise de sensibilidade sobre a ACM considerou ter havido um ganho para a tecnologia avaliada ao longo de cinco anos, sob índice de atração de 12% ao ano. Foi considerada variações sobre os parâmetros de ganho anual, em que os percentuais variaram de 0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50% para mais ou para menos, sobre o valor ganho por ano. Também foi calculou-se os mesmos percentuais sobre a taxa desejada.

Perspectivas econômicas nos cuidados de saúde com a incorporação de tecnologias

Os custos referem-se ao atendimento de 296 crianças pela telessaúde e cuidado convencional. A Tabela 1 mostra os custos dos profissionais de saúde e dos recursos materiais alocados em cada intervenção para a assistência de prevenção de obesidade em crianças, no ano de 2019.

Tabela 1. Parâmetros para cálculo dos custos

	Remuneração	Jornada Semanal	Procedimentos	Serviços e Materiais
	R\$	Horas	Minutos	R\$
Telessaúde				
Médico(a)	9.173,33	20	60	
Enfermeiro(a)	5.351,11	30	135	
Nutricionista	4.128,00	30	100	
Profissional da Educação Física	3.822,22	40	140	
Recursos de Materiais				3.650,00
Cuidado Convencional				
Médico(a)	9.173,33	20	180	
Enfermeiro(a)	5.351,11	30	240	
Recursos de Materiais				10.561,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 2 apresenta a diferença calculada nas duas intervenções avaliadas no estudo. O resultado da ACM foi de R\$ -77.152,31. Por ser um valor negativo, indica que a tecnologia investigada apresentou menor custo (ver Equação 1), o que indica economia financeira. Embora a telessaúde tenha empregado quatro profissionais para o monitoramento *online* e a convencional, dois, a primeira representou ganho de 37,19% em termos de ACM, em relação ao atendimento convencional, no que respeita ao trabalho dos profissionais.

Tabela 2. Análise de custo-minimização para atendimento anual

Custos	Monitor. Remoto	Cuidado Convencional	ACM	ACM	ACM Profissional de Saúde	
	R\$	R\$	R\$	%	R\$	%
Médico(a)	27.137,28	81.447,35	-54.310,07	66,68		
Enfermeiro(a)	23.762,88	42.233,30	-18.470,42	47,73		
Nutricionista	13.577,53		13.577,53	100,00	-46.001,25	37,19
Educação Física	13.201,71		13.201,71	100,00		
Recursos Materiais	82.548,47	113.699,53	-31.151,06	27,40		
Total	160.227,87	237.380,18	-77.152,31	32,50	-46.001,25	37,19

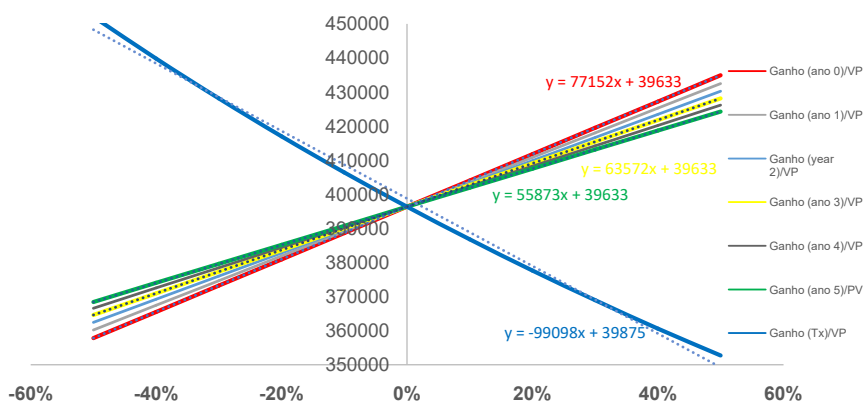
Fonte: Elaborada pelos autores.

A análise de sensibilidade baseou-se no resultado da ACM, num período de 5 anos, com uma taxa de atratividade de 12% ao ano. Foi calculado o valor presente (PV) do fluxo de economia no período analisado, levando em consideração as variações nos parâmetros, com ganhos por ano entre 0% a 50% a mais ou a menos, assim como o mesmo percentual sobre a taxa de atratividade.

Conforme pode ser observado, não houve variação nos valores com um percentual de zero (0%), e nem mudança no valor presente. Mesmo com pequenas variações nos resultados, isso significa que cada análise teve sensibilidade em relação ao percentual do parâmetro analisado.

Para representar esses resultados, a Figura 1 mostra a sensibilidade de cada resultado obtido nos anos analisados. Quanto mais positiva tenha sido tendência da linha vertical, maior é a repercussão econômica do parâmetro no resultado.

Figura 1: Análise de sensibilidade com base em porcentagem por parâmetros



Fonte: Elaborada pelos autores.

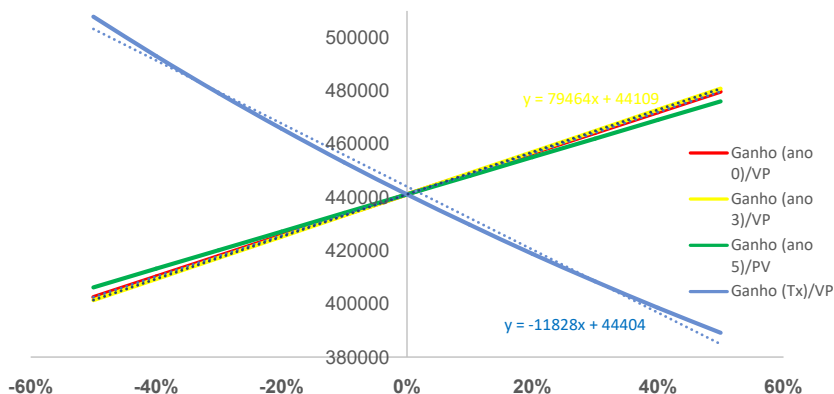
Os resultados econômicos no período analisado indicam que o uso da tecnologia remota resultou em economia de recursos (Figura 1). Em outros termos, a modalidade de cuidados convencionais teve custo superior ao de telessaúde (Tabelas 1 e 2).

Ao comparar os períodos, todos apresentaram boa sensibilidade, tendendo para o eixo y. Isso indica que o retorno econômico com telessaúde demonstrou ser exequível. De modo global, essa confirmação obteve-se com um ganho de custo-minimização de 32,50% (Tabela 2).

Na Figura 2, foi acrescentado um incremento de 25% sobre o parâmetro do ganho do ano 3, que apresentou sensibilidade, tornando-se um resultado ainda melhor. Na análise com variação de nula (0%) nos parâmetros ao longo dos anos de 0 a 5, o valor passou de R\$ 396.335,54 para R\$ 441.096,37; isso indica que as variáveis têm sensibilidade tanto

em ganhos quanto em perdas com relação à economia proporcionada pela telessaúde.

Figura 2: Análise de sensibilidade baseada no percentual por parâmetros com acréscimo de 25% no parâmetro do ano 3 (ganho)



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Figura 2 apresenta-se um estímulo com aumento dos ganhos no ano 3, que representou o melhor resultado na análise de sensibilidade. Além disso, foram analisados os outros anos que tiveram resultados bons, mas não com a mesma sensibilidade do terceiro ano.

Identificou-se, no desfecho, a eficácia em relação aos custos na telessaúde com monitoramento remoto, vindo esta tecnologia em saúde tornar a assistência de saúde menos onerosa em comparação aos cuidados convencionais. O acompanhamento do estado de saúde/doenças de pacientes por meio da saúde móvel mostrou redução nos custos do tratamento de saúde²⁷. Há provas científicas de que o monitoramento remoto baseado na telessaúde gerou melhorias nos indicadores em relação aos custos (Tabela 1) e, consequentemente, na ACM (Tabela 2), confirmando que a tecnologia avaliada teve melhores resultados econômicos. Refere-se a melhor custo-efetividade, ou seja, melhor custo em relação ao resultado clínico obtido²⁷.

Pode-se observar no estudo que a telessaúde significou ganho econômico, pois apresentou custos menores que os cuidados convencionais. É confirmado, que a tecnologia *online* de saúde impulsiona a redução de custos ao empregar as tecnologias em saúde de monitoramento remoto²⁸, revelando-se como opção para o sistema de saúde. O custo de um cuidado com telessaúde corresponderia a aproximadamente 1,5 atendimento sob cuidados convencionais.

Os resultados apurados provenientes de cuidados convencionais poderiam ser ainda piores, considerando a variação dos anos sem uma tecnologia com efetividade no acompanhamento de pacientes ao longo da vida^{13,29}. O grande desafio para o sistema de saúde é a redução de custos. A telessaúde aplicada na promoção de saúde no âmbito da atenção primária de saúde pode contribuir com a prevenção da obesidade de modo que reduz os custos com assistência à saúde^{13,29}.

Na análise, os benefícios das intervenções, num total de 296 atendimentos, em termos de custo-minimização, foram de R\$ 77.15272,31 negativos, ao ano (Tabela 2), que resultaram em ACM de R\$ 260,65 por ano e por atendimento. Valores negativos de ACM expressam custo menor da tecnologia analisada, e no caso em estudo representaram economia de 32,50% em relação ao atendimento de tipo convencional.

O uso do telemonitoramento para acompanhamento de pacientes cardíacos na Espanha teve redução de custo anual de € 63.20 por paciente, resultando em uma economia de 57,64% e, conseqüentemente, uma redução nas visitas aos consultórios e alcançando uma economia de custo de 32,21%²⁰. O uso da tecnologia *online* na assistência de saúde tem incrementado a economia nos serviços de saúde²⁰.

Cada resultado demonstrou sensibilidade às variações percentuais aplicadas a cada parâmetro, refletindo diretamente no ganho econômico da ACM para cada ano projetado. O cenário com variação de 50% no aumento do quinto parâmetro de ganho (ano 0) apresentou o melhor desfecho, alcançando o maior valor presente líquido. Essa conclusão é confirmada pela Figura 1, que evidenciou maior sensibilidade no “eixo y” (tendência vertical).

Reflexões finais sobre a incorporação de tecnologias em saúde

A análise econômica na incorporação de tecnologias em saúde inclui a análise de custo-minimização na prevenção de obesidade em pacientes, comparando a telessaúde por meio do monitoramento remoto e o cuidado convencional. A tecnologia em avaliação apresentou os melhores desfechos econômicos.

Em relação aos custos operacionais, a telessaúde teve valores menores, correspondendo a 67,50% na comparação com os cuidados convencionais (Tabelas 1 e 2). Com base na apuração dos custos, o desfecho da ACM foi negativo, significando que a telessaúde é mais barata que os cuidados convencionais de saúde, resultando, portanto, em economia de 32,50%, ao se optar pela tecnologia *online*.

Pode-se concluir que, o uso da tecnologia de telessaúde reduz custos ao substituir a modalidade convencional, acarretando maior eficiência nos atendimentos e no uso dos recursos disponíveis. Além disso, a implementação dessa tecnologia na área da saúde propicia benefícios na qualidade de vida da população.

Agradecimentos

Walter Saraiva Lopes agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa/taxa.

Antonia Francisca da Silva Saraiva agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Daniel Gustavo Goroso agradece o apoio financeiro da Fundação de Apoio à Educação e Pesquisa de Mogi das Cruzes, SP, Brasil (FAEP).

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), [processo nº 15 / 50064-0].

Referências

1. Bashshur RL, et al. Sustaining and Realizing the Promise of Telemedicine. *Telemedicine and e-Health*. 2013;19(5): 339–345. Disponível em: <<http://doi.org/10.23938/ASSN.0810>>.
2. Bergmo TS. How to measure costs and benefits of ehealth interventions: An overview of methods and frameworks. *Journal of Medical Internet Research*. 2015;17(11): 1–15. Disponível em: <<http://doi.org/10.2196/jmir.4521>>.
3. Eysenbach G. What is e-health?. *Journal of Medical Internet Research*. 2001; 3(2): 1–2. Disponível em: <<http://doi.org/10.2196/jmir.3.2.e20>>.
4. World Health Organization - WHO. Noncommunicable diseases [internet]. 2021 [acesso em 25 maio 2021]. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>>.
5. Ministério da Saúde (BR). Programa crescer saudável: Manual instrutivo do programa de controle e prevenção ao tratamento da obesidade infantil [internet]. 2021 [acesso em 5 abr 2021]. Disponível em: <http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/faq_programa_crescer_saudavel.pdf>.
6. Pantalone KM, et al. Prevalence and recognition of obesity and its associated comorbidities: Cross-sectional analysis of electronic health record data from a large US integrated health system. *BMJ Open*. 2017;7(11): 1–9. Disponível em: <<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017583>>.
7. Stevens B. et al. The economic burden of heart conditions in Brazil. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2018;111(1): 29–36. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/abc.20180104>>.
8. Finkelstein EA, Strombotne KL. The economics of obesity. *Am J Clin Nutr*. 2010; 91(5): 1520–1524. Disponível em: <<https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28701E>>.
9. Díez IT, et al. A New mHealth App for Monitoring and Awareness of Healthy Eating: Development and User Evaluation by Spanish Users. *J Med Syst*. 2017; 41(7). Disponível em: <<http://doi.org/10.1007/s10916-017-0753-0>>.
10. Atella V, et al. Excess body weight increases the burden of age: associated chronic diseases and their associated health care expenditures. *AGING*. 2015; 7(10). Disponível em: <<http://doi.org/10.18632/aging.100833>>.
11. Bogt NCW, et al. Preventing Weight Gain by Lifestyle Intervention in a General Practice Setting: Three-Year Results of a Randomized Controlled

- Trial. Arch Intern Med. 2011; 171(4): 306-313. Disponível em: <<https://doi.org/10.1001/archinternmed.2011.22>>.
12. Lopes WS, et al. Economic impact of remote monitoring system of the obesity in children: Costs of monitoring and conventional practices. In: Díaz CAG, et al, organizadores. VII Latin American Conference on Biomedical Engineering and XLII National Conference on Biomedical Engineering. 75. ed. Cancún: 2020a. p. 1417-1427. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30648-9_183>.
 13. Lopes WS, et al. Economic evaluation of the cost-utility of remote monitoring in children with obese in rural zone. Observatório de la Economía Latinoamericana. 2023;21(10): 17782-17805. Disponível em: <<https://doi.org/10.55905/oelv21n10-176>>.
 14. Xu H. et al. Cost-utility and cost-benefit analyses of school-based obesity prevention program. BMC Public Health. 2020; 20(1608): 1-7. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12889-020-09718-x>>.
 15. Muka T, et al. The global impact of non-communicable diseases on health-care spending and national income: a systematic review. Eur J Epidemiol. 2015; 30(4): 251-277. Disponível em: <<http://doi.org/10.1007/s10654-014-9984-2>>.
 16. Tremmel M, et al. Economic Burden of Obesity: A Systematic Literature Review. Int J Environ Res Public Health. 2017;14(3): 1-18. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijerph14040435>>.
 17. Malta DC, et al. Probability of premature death for chronic non-communicable diseases, Brazil and Regions, projections to 2025. Revista Brasileira de Epidemiologia. 2019;22 (E190030):1-13. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-549720190030>>.
 18. Flodgren G, et al. Interactive telemedicine: effects on professional practice and health care outcomes. Cochrane Database Syst Rev. 2015; 9 (CD002098). Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/14651858.CD002098.pub2>>.
 19. Khasanshina E, Stachura M. Socio-economical impact of telemedicine in Russian Federation. International Journal of Economic Development. 2006; 8(3): 748-775. Disponível em: <<https://spaef.org/article/979/Socio-Economical-Impact-of-Telemedicine-in-Russian-Federation>>.
 20. Lopez-Villegas A, et al. Cost-utility analysis on telemonitoring of users with pacemakers: The PONIENTE study. J Telemed Telecare. 2019; 25(4): 204-212. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/1357633X18767184>>.
 21. Ricci RP, et al. Economic analysis of remote monitoring of cardiac implantable electronic devices: results of the Health Economics Evaluation Registry

- for Remote Follow-up (TARIFF) study. *Heart Rhythm*. 2017;14(1): 50-57. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.09.008>>.
22. Arenas-Guzman R, et al. Pharmacoeconomics - An aid to better decision-making. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2005; 19 (Suppl. 1): 34-39. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2005.01285.x>>.
23. Mills A, Drummond MF. Economic evaluation of health programmes: glossary of terms. *World health statistics quarterly*. 1985;38 (4): 432-434. Disponível em: <<https://policycommons.net/artifacts/518619/economic-evaluation-of-health-programmes/1494753/>>.
24. Ministério da Saúde (BR). Glossário temático: economia da saúde. 2. ed. amp. Brasília (DF); 2009a. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/glossario_ecos2.pdf>.
25. Silva EN, et al. Economic evaluation of health technologies: Checklist for critical analysis of published articles. *Rev Panam Salud Publica*. 2014; 35 (3): 219-227. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24793870/>>.
26. Ministério da Saúde (BR). Diretrizes metodológicas: estudos de avaliação econômica de tecnologias em saúde. Brasília (DF); 2009b. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/avaliacao_economica_tecnologias_saude_2009.pdf>.
27. Piette JD, et al. A randomized trial of mobile health support for heart failure patients and their informal caregivers: impacts on caregiver-reported outcomes. *Med Care*. 2015;53 (8): 692-699. Disponível em: <<http://doi.org/10.1097/MLR.0000000000000378>>.
28. Hofmann R, et al. First outline and baseline data of a randomized, controlled multicenter trial to evaluate the health economic impact of home telemonitoring in chronic heart failure - CardioBBEAT. *Trials*. 2015;16 (1): 1-12. Disponível em: <<http://doi.org/10.1186/s13063-015-0886-8>>.
29. Lopes WS, et al. Obesidade em crianças: impacto socioeconômico do monitoramento remoto em relação aos cuidados convencionais. In: Molin RS, organizadores. *Saúde em foco: doenças emergentes e reemergentes*. Editora Científica Digital; 2020b. p. 313-326. Disponível em: <<http://doi.org/10.37885/201001813>>.

O desafio ao agregar as tecnologias digitais à Medicina no cotidiano brasileiro

Ana Leticia Gomes dos Santos^I, Stella Tassinari Máximo^{II}, Christian Gonçalves^{III},
Samuel Minucci Camargo^{IV}, Daniel Gustavo Goroso^V

Introdução

Em São Paulo o uso dos relógios no atendimento médico começou a ser estudada e implementada em 2022, quando o InCor (Instituto do Coração do Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina de São Paulo) iniciou um monitoramento em situação pós-cirúrgica de pacientes cardíacos. Hoje os *smartwatches* podem ser usados para muitas outras funções, uma delas em implementação, é o monitoramento remoto de pacientes fora do meio hospitalar.

Para que ocorra a implementação geral seria necessário analisar três pontos: implantação, integração e acesso, em seus aspectos práticos, econômicos e sociais. Implantação seria agregar o serviço com áreas relacionadas, por exemplo, o uso dos relógios no setor da Telemedicina, pela facilidade de junção da comunicação com os serviços de tecnologia já no trabalho atual, porém existe falta de confiança nos dados gerados durante o atendimento.

I Ana Leticia Gomes dos Santos, Graduanda em Biomedicina, Universidade Mogi das Cruzes.

II Stella Tassinari Máximo, Graduanda em Medicina, Faculdade de Medicina São Leopoldo de Araras.

III Christian Gonçalves, Graduando em Medicina, Universidade Mogi das Cruzes.

IV Samuel Minucci Camargo, Médico Cardiologista, Doutorando em Engenharia Biomédica pela Universidade Mogi das Cruzes.

V Daniel Gustavo Goroso (danielg@umc.br) é físico pela Faculdade de Ciências Exatas da Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina. Doutor em Engenharia Biomédica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com pós-doutorado pelo UC Davis Health Center da University of California, Estados Unidos. Professor visitante no College of Medicine da University North State of California, Estados Unidos, é professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC).

A integração seria a inclusão dessa tecnologia no setor que ainda não tem familiaridade com seu uso, a prática biomédica e o sistema de saúde. Essa aproximação transformaria o atendimento, tornando-o mais eficiente e promovendo a unicidade do sistema. O acesso trata de problemas em fazer com que essa inovadora incorporação chegue a todos os pacientes, ou seja, independentemente de sua renda e de usos de tecnológicos no atendimento.

Os ângulos de ordem prática, econômica e social requerem apresentar reflexões sobre como essas transformações poderiam ser feitas, assegurando a não restrição de públicos, seja no âmbito de serviços de saúde privados quanto de públicos ou estatais.

Neste capítulo as reflexões necessárias serão realizadas tendo por referência o “*Tilt Test*” realizado pela nossa equipe de pesquisa, com o emprego de *smartwatches*. Mostra-se como essa tecnologia pode propiciar avanços na obtenção desses benefícios para o atendimento de saúde.

Sobre a implementação: o que a Telemedicina já usa?

Desde 1970, o mundo passa por intenso processo de modernização da tecnologia. A telemedicina utiliza a telecomunicação associada a tecnologias provenientes da telefonia e da Internet, sendo sempre mais frequente por via *web*. Essa nova forma de pôr em prática a medicina torna-a globalizada, com interação de profissionais da saúde em diferentes cidades, estados ou países¹.

A primeira vez que a telemedicina foi aplicada no Brasil data dos anos 1980 numa intervenção de saúde em Goiânia, quando doutores de diversos estados se comunicaram para tratamento de pessoas que haviam sido contaminadas com césio emitido por um equipamento biomédico descartado de forma incorreta, episódio conhecido como acidente do Césio-137. Com apoio da Embratel, operadora responsável pelos canais de telecomunicação da época, os médicos se comunicavam por correio eletrônico e transmitiam os exames via fax. Discutiam os tratamentos para as vítimas da radiação, mesmo estando trabalhando em Brasília, Rio de Janeiro e Campinas.

Em um país com consideráveis diversidades regionais, grandes distâncias, com 3914 municípios de pequeno porte, onde vivem de 1.500 a 20.000 habitantes, e mesmo em São Paulo, um estado com o maior Produto Interno Bruto (PIB) que equivale a 31% do país, existem 287 (44,5%) municípios com cerca de 10.000 habitantes, situação que repercute nos 92 municípios que em 2023 apresentavam PIB com menos de três dígitos, a resposta para aumentar a cobertura de territórios e a qualificação de atendimentos médicos pode ser justamente a telemedicina².

Pacientes que moram em lugares sem médicos ou sem a especialidade necessária têm a possibilidade de uma consulta e diagnóstico por profissionais da saúde capacitados no assunto, como ocorre em algumas regiões do interior de São Paulo que não dispõem de certas qualificações profissionais. Por consequência os doutores de clínica geral direcionam seus pacientes para as regiões metropolitanas. Nesse sentido, a telessaúde faz-se necessária para que todos consigam ter o mesmo direito ao atendimento, de forma igualitária, independentemente do lugar onde estejam.

A telemedicina se expande em áreas como telemonitoramento, teleconsulta e teleterapia. A primeira é como se fosse um 'sistema de câmera de vigilância': o médico consegue ver a eficiência do tratamento, diagnosticar ou até acompanhar o decurso de uma doença, de forma totalmente digital.

O telemonitoramento remoto começou a ser mais utilizado por ocasião da pandemia do Covid-19³. Por meio dele, os médicos conseguiam acompanhar o decurso da enfermidade nos pacientes sem que tivessem de ir a um hospital. Se fosse doença que afetasse o sistema imunológico, a pessoa se exporia menos às infecções pelo vírus, presentes em maior escala nos ambientes com alto número de internados; isto pode ter se constituído num fator de proteção àqueles com comorbidades. Um exemplo disso foi o projeto da Universidade Federal do Acre (UFAC) que dispôs duzentos e dez estudantes de Medicina para acompanhar diariamente, à longa distância, pessoas que tiveram o teste positivo para Covid, mas não tinham sintomas que as levassem os mesmos a recorrer a um pronto-socorro.

Os *smartwatches* são relógios que utilizados monitoramento, e outros benefícios e funções para a saúde, como: aferir pressão sanguí-

nea, frequência cardíaca, saturação do oxigênio e qualidade do sono. Os *smartwatches* têm se revelado um grande aliado na implementação do telemonitoramento de pacientes devido a porque tem variedade de aplicações, ótimo custo-benefício e a fácil utilização.

A pesquisa “Detecção não invasiva *online* da síndrome de taquicardia ortostática postural em pacientes pós-COVID-19” (Fapesp: 21/14231-0) faz o uso de *smartwatches* em acompanhamento remoto de pacientes em estudo da variabilidade da frequência cardíaca, viabilizando aqueles que não podem ir até o lugar de registro do ECG para fazer o exame⁴.

Concomitante ao avançar da pesquisa, tornou-se clara a expansão dessa aplicação em mais países e a melhora do telemonitoramento no Brasil, em especial no que diz respeito ao setor de exames remotos. Mostra-se importante recurso de saúde, que se incorpora à prática, a realização de testes e análises concomitantes ao recebimento das queixas do paciente, ou seja, ao momento das consultas, as quais já ocorrem sem o deslocamento do paciente a um serviço de saúde.

Como fazer essa implementação?

Começemos por uma série de argumentos, não conclusivos, cujo conhecimento é necessário para a percepção da importância de se iniciar essa transição e implementação da adoção de tais tecnologias.

Para a agregação do serviço de telemonitoramento ao setor da telemedicina – esta que já conta com a junção da comunicação com os serviços de tecnologia – carece-se de confiança de dados colhidos durante o atendimento remoto. Para a superação dessa situação prevê-se a necessidade de ampla consulta aos profissionais da saúde, diretores e gestores de hospitais públicos e clínicas médicas, e aos pacientes.

Nossa pesquisa demonstra que os pacientes conseguem ter um resultado confiável do exame do *Tilt Test*, exclusivamente, pelo uso de relógio ao longo de todo um dia, sem qualquer mudança em seus hábitos e rotina diária⁵. Às clínicas médicas caberia a atribuição de fornecerem o instrumento de coleta de dados os pacientes, qual seja, o *smartwatch*. Caberia também o fomento que, nas consultas digitais feitas pelos profissionais de saúde, se utilize o telemonitoramento remoto. Em suma, além

de incentivar o profissional devem estar disponíveis o *smartwatch*, que colha a frequência cardíaca e a pressão arterial, o computador e o aplicativo para processamento e análise dos dados e acesso à Internet. Essa nova composição do serviço substituiria os atuais gastos com o equipamento ECG, com o *software* de verificação de variação da frequência cardíaca, além de gastos com eletrodos, computadores, aparelho de aferição de pressão arterial e maca reclinável, e a disponibilidade de equipe para toda essa preparação do procedimento.

Da perspectiva financeira recolhe-se observações preliminares do menor custo do procedimento remoto em relação a aquele que acontece sob presença. No que respeita ao principal equipamento envolvido, nota-se que o ECG é adquirido a preço treze vezes superior aos mil reais empregado para aquisição do relógio, em seu preço inicial, além da economia proveniente da redução de gastos com os insumos para exame. No que se relaciona à participação profissional, enquanto no exame sob presença estarão envolvidas duas ou três pessoas, no exame feito de modo remoto é necessário somente um profissional.

O uso do telemonitoramento levará a modificações de comportamento por parte do paciente, bem como dos profissionais, desde que se tenha qualidade no acesso à rede de Internet. Para o exame sob presença, o paciente costuma despende algumas horas do seu dia para deslocar-se entre sua residência e a clínica e o retorno a sua residência e na realização de todo o procedimento. Mudanças comportamento serão inseridas também na equipe de profissionais da saúde que atende de modo *online* para incluir em sua rotina o monitoramento à distância, para um diagnóstico e tratamento efetivos.

É muito provável que a monitorização remota produza, aplicada em âmbito populacional – ou seja, em termos da saúde pública – redução dos gastos, tanto privados quanto estatais, diminuição de internações de emergência, de reinternações e de cuidados domiciliares. Os pacientes teriam diagnósticos mais rápidos, tratamento mais adequado e possível redução de erros médicos e demais iatrogenias, estando sendo monitorados em tempo real.

O telemonitoramento remoto, uma vez alcançada sua incorporação ao sistema de saúde, passará a integrar o orçamento público anual

nos três níveis federativos e sua execução poderá ser realizada pela unificação de consulta, diagnóstico e tratamento de forma digital.

Integração das tecnologias digitais no cotidiano brasileiro

A integração das tecnologias digitais no cotidiano do país deve ser aplicada em todas as áreas que não utilizam tais tecnologias. Por exemplo, na prática corrente, depois do atendimento o cardiologista encaminhará o paciente a uma clínica para fazer um exame, e não ao telemonitoramento.

A integração faria com que o atendimento fosse cada vez mais eficiente uma vez que o sistema digitalmente estruturado tem essa grande capacidade de coleta de dados. Serviços de pronto-socorro constituem, entretanto, recursos de pronto acesso sob presença, pelas particularidades próprias de certas situações, como a de ataque cardíaco, que exige ação iminente de um profissional da saúde⁶.

Como começar essa integração?

Para integrar uma nova tecnologia, o passo inicial é desenvolver nos profissionais as habilidades de utilização dessa tecnologia. Os profissionais precisam aprender sobre a nova tecnologia para depois integrá-la, visto que muitos médicos ainda não têm contato com os recursos de telemedicina. É de grande importância que as clínicas médicas e os hospitais incentivem a procurar essa formação, o que exigirá o custeio de treinamento detalhado, para compreensão da funcionalidade e dos seus benefícios.

O ensino sobre essas novas técnicas teria início na graduação, ocasião em que o futuro profissional de saúde está se formando quanto aos procedimentos e quanto a sua atitude profissional sobre eles. Nesta ocasião se criam as condições para que, de maneira segura e eficaz, por exemplo, deve-se decidir quando se aplica um exame com monitoramento remoto.

À medida que a equipe de profissionais de saúde que atende sob presença venha a se formar e participar da utilização de monitoramento

à distância, indicando-o aos pacientes, a tendência será de ampliação de utilização em casos recomendáveis.

O avançar da integração tende a ultrapassar distâncias geográficas – que hoje podem significar barreiras intransponíveis, em qualquer lugar do mundo –, haja visto a concentração de atendimento especializado e qualificado, cujos benefícios, de outra forma se manteriam inalcançáveis.

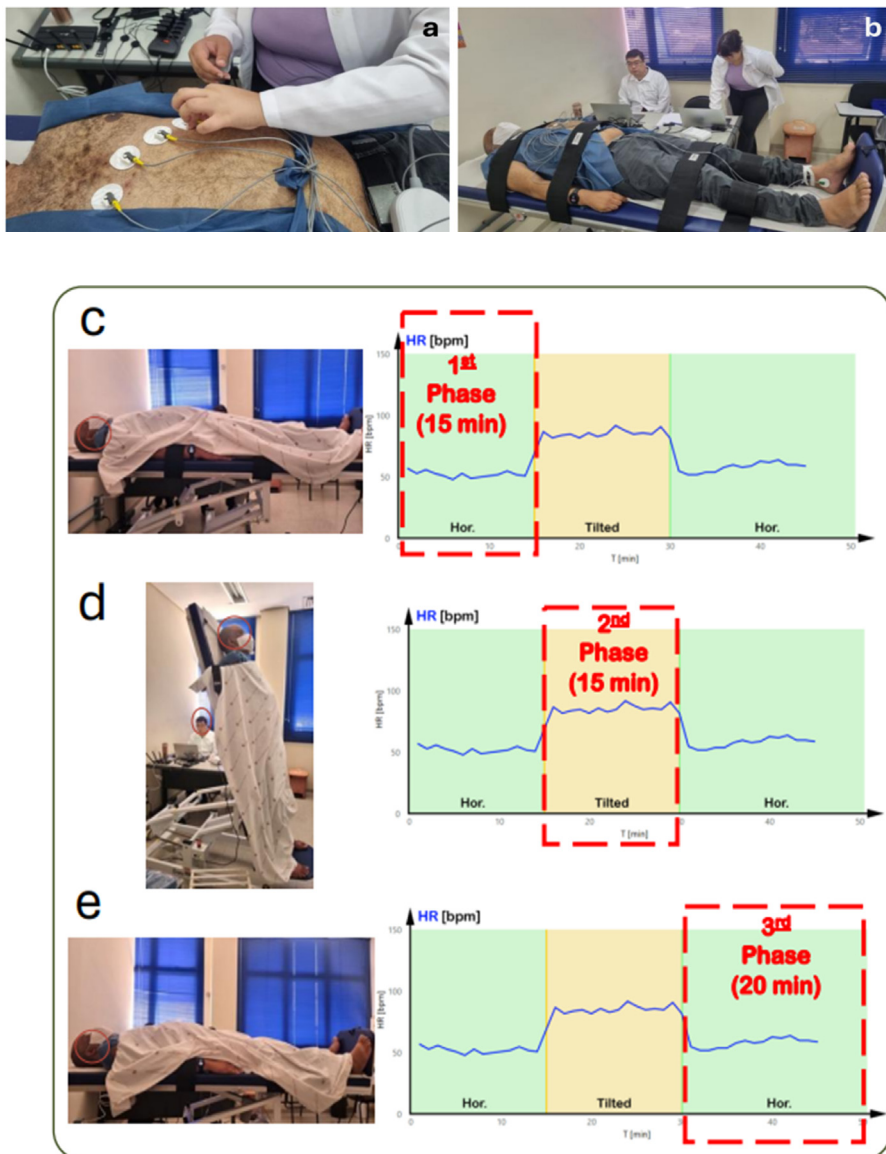
Relato de Experiência

Para o início do nosso projeto de detecção não invasiva *online* da síndrome de taquicardia ortostática postural em pacientes pós-Covid-19 foram necessárias três fases. Em uma sala disponibilizada pela Policlínica da Universidade de Mogi das Cruzes, foi realizada a calibração dos *smartwatch*, como parte da primeira fase da pesquisa. Para isso, fazíamos simultaneamente o exame do *Tilt Test* e a coleta com o *smartwatch*, comparando assim os dados.

Para montagem da sala foi usado de início ECG modelo PC1000 da TEB (Tecnologia Eletrônica Brasileira) com *software* para processamento da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC); medidor de pressão de braço da OMRON modelo Hem-7320-Br e *smartwatch* da Samsung modelo Galaxy Watch 4 BT 44mm; além de uma maca reclinável e materiais para colocação do ECG.

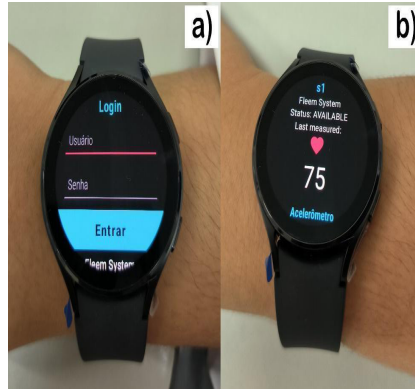
Empregou-se o protocolo de *tilt-test* de 50 minutos, divididos em 3 fases: 1ª fase: Horizontal (15 minutos); 2ª fase: Inclinado a 70 graus em relação a horizontal (15 minutos); 3ª fase: Horizontal (20 minutos). O *smartwatch*, no pulso do paciente, coletava dados simultaneamente ao ECG.

Figura 1. (a,b) Preparação do participante. (c, d, e) Protocolo de Tilt Tilt com registro incluído.



Fonte: registro de atividades dos autores

Figura 2: Smartwatch em uso no pulso do paciente.

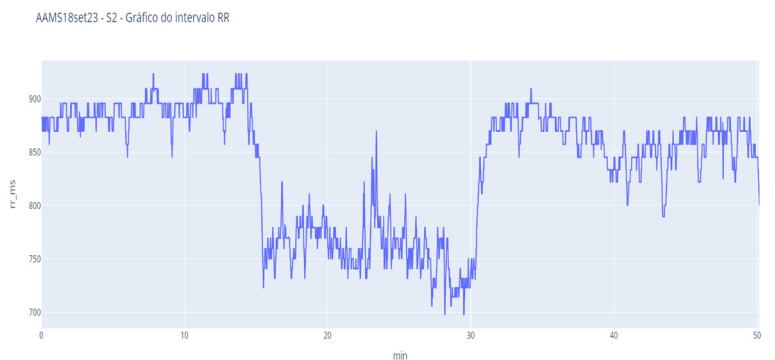


Fonte: registro de atividades dos autores

Os dados de frequência cardíaca são armazenados e submetidos a posterior comparação entre os provenientes do ECG e os do *smartwatch*. A equipe concluiu pelo sucesso na coleta e registro dos dados, após repetidas aplicações e comparações⁴.

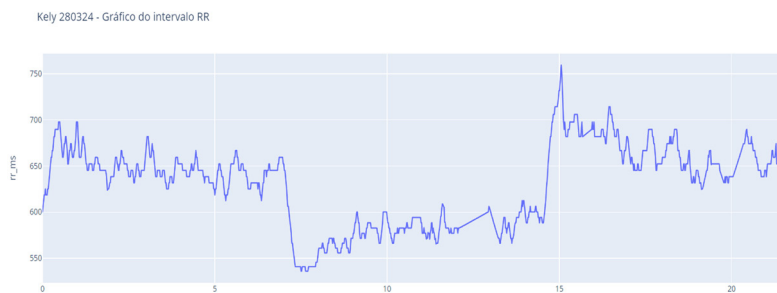
Na segunda fase, foram feitos testes para que fossem analisadas quais ações do cotidiano do paciente poderiam ser consideradas comparáveis, em termos de produção de resultados, seguidas de reclinção da maca. Notou-se que o levantar-se de uma cadeira, na qual estava sentado o paciente, produzia no seu corpo um impacto igual ao que havia sido induzido quando se usava a maca reclinável. Dessa forma, podia-se obter em tempo reduzido os dados que, em um exame presencial, tomaria em média duas horas do paciente e da equipe de saúde. Concluiu-se que sob presença essa fase foi bem sucedida.

Figura 3: Paciente que fez o protocolo padrão do tilt test.



Fonte: Registro de atividades dos autores

Figura 4: Paciente que usou o relógio na simulação dos hábitos diários.



Fonte: própria

A terceira fase é totalmente focada no monitoramento remoto. Para testá-lo e calibrá-lo, uma equipe de profissionais de saúde acompanha, em sala equipada com computadores e conexão Wi-Fi, os dados gerados e transmitidos continuamente pelos *smartwatches* dos pacientes. O procedimento ainda não é totalmente automatizado, exigindo a elaboração de um laudo que descreva todo o protocolo, o funcionamento do relógio

e a criação de uma ficha técnica detalhando, de forma cronológica, os registros de sinais coletados. A principal limitação identificada até o momento é a necessidade de uma conexão contínua com a Internet.

Acessibilidade

A tecnologia descrita tem muito para agregar à saúde e tranquilidade do paciente, facilitando-lhe a realização de exames, sem ter que se deslocar para tanto. Porém a acessibilidade pode representar uma dificuldade quanto a isso.

A acessibilidade neste caso consiste na igualdade de acesso aos benefícios da tecnologia a todas as pessoas. Alguns segmentos sociais vulneráveis, por condições epidemiológicas ou sociais, podem ser imediatamente identificados. É o caso de pessoas com deficiência (PCD), que pelas características de suas deficiências fiquem apartadas dos benefícios do telemonitoramento. Agreguem-se os transtornos de acesso para pessoas com reduzida escolaridade.

Pacientes que não tenham acesso à Internet não conseguem participar da telemedicina, e do telemonitoramento, tornando-se preocupação das clínicas médicas, privadas ou públicas, promover a adequada distribuição desse serviço, com a finalidade de que seus benefícios à saúde estejam à disposição de toda a população⁷. Isso se constitui numa questão de grande importância, pois a redução da disponibilidade de acesso aos serviços de saúde decorrente da própria condição geográfica e da concentração dos serviços é a primeira justificativa para a transposição de distâncias geográficas, tornando próximo o que estava inalcançável.

Transtornos para pessoas com limitação física ou visuais

Os *smartwatches* oferecem ampla acessibilidade para toda a população, permitindo que pessoas com deficiências físicas e visuais sigam o protocolo do exame sem dificuldades.

O relógio utilizado durante os testes possui um sistema integrado de acessibilidade, com vozes sintetizadas que auxiliam na orientação durante o uso, além de gestos universais para facilitar a navegação. Essas

tecnologias e ferramentas garantem maior inclusão, permitindo que os pacientes realizem o exame de forma independente. Além disso, essas inovações são especialmente benéficas para pessoas com dificuldades visuais.

Pessoas sem escolaridade

O mesmo sistema integrado que o *smartwatch* fornece ajuda também as pessoas que não foram alfabetizadas a participarem dos programas de telemonitoramento, já que por meio da voz sintetizada os pacientes conseguem guiar-se durante o uso do dispositivo.

É necessário, que quando haja a compra dos *smartwatches* para integração e implementação, as clínicas particulares ou hospitais públicos perguntem sobre a função de acessibilidade implantada e ativem o recurso para os pacientes que precisam.

Populações menos favorecidas

Em julho de 2006, foi realizada uma experiência de assistência médica, utilizando telemedicina, em comunidades ribeirinhas da Amazônia. Esse episódio exemplifica o potencial tecnológico da telemedicina na busca da acessibilidade, rompendo o isolamento geográfico, reintegrando pacientes e efetivando a atenção básica de saúde para todos⁷.

O telemonitoramento apresenta-se como uma opção plausível para áreas de difícil acesso, com população carente socialmente e que não contam com rede instalada de clínicas e hospitais.

Para que a integração do monitoramento remoto se torne uma realidade será necessário um planejamento que define onde e como começar; segundo nosso entendimento situações como a dessas comunidades da Amazônia mencionada, que já tenham serviço de teleconsulta, reúnem um dos aspectos indispensáveis para a integração do telemonitoramento.

Conclusões finais

Como se pode perceber, a incorporação do telemonitoramento e o uso de *smartwatches* ainda estão em estágios iniciais de integração e implementação, mas já apresentam resultados promissores. Isso tem sido demonstrado por nossa pesquisa, “Detecção não invasiva on-line da síndrome de taquicardia ortostática postural em pacientes pós-covid-19”.

Passos decisivos para a implementação e ampliação dessa tecnologia ocorrerão com o envolvimento e incentivo, indispensáveis na prática, tanto em serviços públicos de especialidades, clínicas privadas quanto de hospitais públicos. A integração em ampla rede de atenção à saúde permitirá que o telemonitoramento alcance seu grande potencial, promovendo soluções eficazes para a acessibilidade.

Referências

1. Maldonado JMSDV, Marques AB, Cruz A. Telemedicine: challenges to dissemination in Brazil. Cad Saúde Pública [internet]. 2016 [acesso em 15 out 2024]; 32 (suppl 2):e00155615. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/54bg8d5mfWmCC9w7M4FKFVq/?format=pdf&lang=pt>
2. Paula ADC, Maldonado JMSDV, Gadelha CAG. Healthcare telemonitoring and business dynamics: challenges and opportunities for SUS. Rev Saúde Pública [internet]. 2020 [acesso em 10 set 2024]; 54:65. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/WzcMD7NTfbWhTjPRsKn8MTh/?format=pdf&lang=pt>
3. Silveira RP, Costa JM, França SS, Pereira RCR, Lomonaco LA, Leal Junior OS. Projeto de ensino como apoio ao telemonitoramento dos casos de Covid-19. Rev bras educ med [internet]. 2021 [acesso em 10 ago 2024];45(1): e050. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/dNs3HzBfZgVRTqYD3hWHN7h/?format=pdf&lang=pt>
4. Camargo SM, Silva BMN, Pereira MWU, Santos ALG, Maximo ST, Watanabe WT, et al. Assessing Autonomic Nervous System Imbalance in Post-COVID-19 Patients through Heart Rate Variability During Tilt Testing [internet]. In: 2023 Computing in Cardiology Conference. [acesso em 26 nov 2023]. Disponível em: <<https://www.cinc.org/archives/2023/pdf/CinC2023-411.pdf>>.
5. Macedo PG, Leite LR, Santos-Neto L, Hachul D. Teste de inclinação (Tilt-test): do necessário ao imprescindível. Arq Bras Cardiol [internet]. 2011

- [acesso em 10 set 2024]; 96 (3):246-254. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/B4gxCh547LbYqN3rVQFpcNM/?format=pdf&lang=pt>
6. Scandiffio J, Zhang M, Karsan I, Charow R, Anderson M, Salhia M, Wiljer D. The role of mentoring and coaching of healthcare professionals for digital technology adoption and implementation: A scoping review. *Digit Health* [internet]. 2024 [acesso em 20 set 2024]; 10:1-13. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10924557/pdf/10.1177_20552076241238075.pdf
 7. Machado FSN. et al. Utilização da telemedicina como estratégia de promoção de saúde em comunidades ribeirinhas da Amazônia: experiência de trabalho interdisciplinar, integrando as diretrizes do SUS. *Ciênc saúde coletiva* [internet]. 2010; [acesso em 17 ago 2024];15(1):247-254. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/Qg6VG4M7chHndDJy7KYB6yr/?format=pdf&lang=pt>

Futuro da saúde: IA e inovações em monitoramento fisiológico

Christian Gonçalves Sassaki^I, Ana Leticia Gomes dos Santos^{II}, Stella Tassinari Máximo^{III}, Samuel Minucci Camargo^{IV}, Daniel Gustavo Goroso^V

Contextualização da Inteligência Artificial

No contexto mundial, a Inteligência Artificial (IA) teve sua origem adiada para a década de 1960, pois apesar de Alan Turing planejar seu desenvolvimento em 1949 com base na matemática, os computadores impediram esse feito por conta de limitações da própria máquina e pelo seu custo elevado na época. Em 1954, Allen Newell, Cliff Shaw e Herbert Simon's haviam projetado um programa capaz de copiar os métodos de resolução de problemas antes realizados apenas por humanos, apresentado na Conferência *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence* em 1956, um marco histórico para o início do uso do termo “inteligência artificial”; uso que cresceu rapidamente entre 1957 e 1974, visto que computadores puderam armazenar cada vez mais informações e com menos custos¹.

No decorrer de décadas, o primeiro programa de computador capaz de resolver problemas e interpretar falas foi o *General Problem Solver*, desenvolvido em 1957, além da criação da ELIZA em 1960 por Jose-

I Christian Gonçalves Sassaki, Graduando em Medicina, Universidade Mogi das Cruzes.

II Ana Leticia Gomes dos Santos, Graduanda em Biomedicina, Universidade Mogi das Cruzes.

III Stella Tassinari Máximo, Graduanda em Medicina, Faculdade de Medicina São Leopoldo de Araras.

IV Samuel Minucci Camargo, Médico Cardiologista, Doutorando em Engenharia Biomédica pela Universidade Mogi das Cruzes.

V Daniel Gustavo Goroso (danielg@umc.br) é físico pela Faculdade de Ciências Exatas da Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina. Doutor em Engenharia Biomédica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com pós-doutorado pelo UC Davis Health Center da University of California, Estados Unidos. Professor visitante no College of Medicine da University North State of California, Estados Unidos, é professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC).

ph Weizenbaum, o primeiro robô de conversação criado com intuito de ser uma psicóloga virtual, que inaugurou caminhos para o desenvolvimento de numerosos programas até os dias atuais. Com o sucesso obtido por esses projetos, desenvolvidos por pesquisadores e matemáticos, os governos passaram a demonstrar grande interesse em financiar o desenvolvimento desse tipo de máquina; porém enfrentam muitos obstáculos, como a limitação de espaço de armazenamento computacional, a lentidão no processamento de dados e a falta de compreensão de palavras combinadas. Somente na década de 1980, novos investimentos de alto custo foram feitos nessa área visando a criação de sistemas especialistas que poderiam tomar decisões, bem como a formação de pessoas, mas sem grande sucesso.

Em 1997, com a derrota do grande mestre de xadrez e campeão mundial Gary Kasparov diante do *Deep Blue* da IB – programa de computador criado para jogar xadrez – todos os holofotes se voltaram para esse acontecimento, que mostrou ser grande passo em direção a um programa que toma suas próprias decisões com base em algoritmos inteligentes, sendo capaz até mesmo de derrotar um ser humano.

Atualmente, a IA pode ser definida como a capacidade de máquinas ou sistemas de computação realizarem tarefas que, de outra forma, exigiriam inteligência humana. Essas tarefas incluem aprendizado, raciocínio, compreensão de linguagens naturais, reconhecimento de padrões, resolução de problemas e tomada de decisões.

O monitoramento fisiológico é o processo de acompanhar e medir os parâmetros vitais e outras funções biológicas de um indivíduo para avaliar o seu estado de saúde e bem-estar. Isso envolve a coleta contínua ou periódica de dados fisiológicos, como frequência cardíaca, pressão arterial, temperatura corporal, níveis de glicose, padrões de sono, atividade cerebral, entre outros. Esse monitoramento pode ser feito de diversas maneiras, incluindo o uso de dispositivos *wearables*, de sensores biométricos, de aplicativos de *smartphones* e de equipamentos médicos especializados.

Os dados coletados durante o monitoramento fisiológico são então analisados para identificar padrões, tendências e anormalidades que possam ajudar no diagnóstico precoce de problemas de saúde, no acom-

panhamento de doenças crônicas e nos resultados de tratamentos médicos. Esse método de monitoramento desempenha um papel importante na medicina preventiva, permitindo a identificação inicial de alterações no estado de saúde de um indivíduo e facilitando intervenções oportunas para melhorar a qualidade de vida e prevenir complicações médicas.

A relação entre monitoramento fisiológico e inteligência artificial mostra-se profundamente interconectada e promissora. A IA desempenha função determinante no processamento e análise dos dados fisiológicos coletados no monitoramento, permitindo *insights* avançados e acesso a informações personalizadas para melhorar o cuidado com a saúde. Pode-se afirmar que o futuro da saúde está intrinsecamente ligado ao avanço da inteligência artificial e às inovações no monitoramento fisiológico. A IA tem demonstrado potência transformadora no setor a saúde, ensejando diagnósticos mais precisos, tratamentos personalizados e gestão mais eficiente de serviços de saúde.

A IA no monitoramento fisiológico propicia a análise em tempo real de grandes volumes de dados, fornecendo *insights* valiosos sobre a saúde e o bem-estar dos pacientes. Por exemplo, dispositivos portáteis equipados com sensores são capazes de fazer monitoria constantemente de parâmetros fisiológicos, como frequência cardíaca, níveis de glicose e padrões de sono, resultando em vigilância proativa da saúde.

As inovações que influem no monitoramento fisiológico também incluem o uso de tecnologias avançadas, como *biochips*, implantes neurais e biossensores, que fornecem informações detalhadas sobre a saúde em tempo real. Essas tecnologias tornam possível o diagnóstico precoce de doenças, o acompanhamento remoto de pacientes e a personalização dos cuidados de saúde com base em dados fisiológicos de cada indivíduo.

A integração da IA com sistemas de saúde eletrônicos e o desenvolvimento de algoritmos de aprendizado de máquina estão impulsionando a automação de processos clínicos, a análise preditiva de afecções de saúde e o aprimoramento do tratamento de pacientes. Essas inovações estão modificando radicalmente a forma pela qual os profissionais de saúde prestam cuidados e como os pacientes cuidam de sua própria saúde.

O futuro da saúde com a inteligência artificial e as inovações no monitoramento fisiológico promete revolucionar a medicina, tornando-a

mais personalizada, acessível e eficaz. Sob essa perspectiva, o mundo se encontra em um estágio elevado de desenvolvimento da inteligência artificial, já que é encontrável em diversas áreas e segue se ramificando em grande escala. Ademais, é possível usufruir de *big data*, obtendo e processando um conjunto enorme de dados, influenciando imensamente em diversos campos de saúde como, por exemplo, na cardiologia. A IA torna ainda disponíveis métodos que se aproximam do raciocínio e da inteligência humana, auxiliando em decisões com base na computação². O contínuo aperfeiçoamento dessas tecnologias e práticas certamente moldará um cenário de saúde mais avançado e centrado no paciente.

Portanto, é notável a importância do uso da IA no desenvolvimento de pesquisas científicas. Os autores testemunham que a inteligência artificial tem papel primordial, associada ao *big data*, na criação de modelos de monitoramento da saúde, de prevalência de padrões gráficos, e de métodos de análises de dados³.

O papel da inteligência artificial na saúde

O desempenho da IA é cada vez mais significativo na transformação dos cuidados de saúde, revolucionando a forma como os profissionais médicos prestam assistência e como os pacientes interagem com o sistema de saúde. No contexto da transformação de cuidados de saúde, a IA inova, melhorando a eficiência e a qualidade dos serviços de saúde e contribui na capacitação de profissionais e pacientes com instrumentos úteis para contribuir para um sistema de saúde mais sustentável e centrado no paciente. Os principais pontos chave que exploram o efeito da IA nessa transformação consistem em: diagnóstico preciso e rápido, tratamento personalizado, gestão de dados clínicos, análise preditiva e prevenção de doenças, automação de tarefas clínicas e, por fim, inovações no monitoramento fisiológico⁴.

Em primeira análise, em relação ao diagnóstico preciso e rápido, os algoritmos de IA são capazes de analisar grandes conjuntos de dados médicos, como imagens de exames, relatórios de laboratório e históricos clínicos, para ajudar os médicos a fazer diagnósticos mais precisos e rápidos. Isso pode resultar em tratamentos mais eficazes e uma resposta mais ágil

a afecções de saúde complexas. Torna disponível também a possibilidade de desenvolvimento de tratamentos personalizados com base em dados genéticos, biomarcadores e características individuais de pacientes. Isso permite enfoque mais direcionado e eficiente no tratamento de doenças, reduzindo efeitos adversos e melhorando os resultados clínicos⁵.

O manejo de dados clínicos remete a sistemas de IA que são utilizados para organizar grandes volumes de dados clínicos, produzindo a integração de informações de diferentes fontes e a identificação de padrões que podem levar a *insights* valiosos para aprimorar os cuidados de saúde e eficiência operacional⁶.

A análise preditiva e a prevenção de doenças se beneficiam de algoritmos de IA, no quanto podem prever o risco de certas afecções médicas com base em dados históricos e fatores de risco individuais. Isso torna exequível a implementação de medidas preventivas e intervenções precoces para diminuir o surgimento de doenças crônicas e complicações de saúde⁷. Nesse prisma, as tarefas clínicas se beneficiam do emprego da IA na automação de suas tarefas rotineiras, como a triagem de pacientes, o agendamento de consultas, a transcrição de prontuários e o acompanhamento de exames. Isso libera tempo para os profissionais de saúde se dedicarem às interações mais diretas com os pacientes e às atividades clínicas⁸.

Ainda, as tecnologias emergentes e dispositivos portáteis têm relevância crescente no monitoramento contínuo de parâmetros fisiológicos, com vigilância mais abrangente e personalizada da saúde de pacientes: o uso de *biochips*, implantes neurais e biossensores transformam o acompanhamento da saúde, com identificação precoce de condições médicas, e controle proativo de doenças crônicas e o monitoramento remoto em tempo real. A combinação dessas inovações com a inteligência artificial produz novas possibilidades para um enfoque mais integrado e eficaz nos cuidados de saúde⁹.

Análise de informações dos pacientes

A IA, como se argumentou, oferece acesso a grande quantidade de dados e compilação e de modo rápido e com credibilidade. É utilizada

em diversos campos da pesquisa em saúde humana, como a oncologia, sintetizando dados, deduzindo padrões e sugerindo possíveis resultados com vistas em melhorar a tomada de decisão¹⁰; como a neurologia, da qual usufrui de dados para obter informações sobre a forma, função, existência de lesão ou disfunções do cérebro¹¹; ou como a cardiologia, que faz diagnósticos precoces, previsão de resultados e avaliação de prognósticos¹².

Na oncologia, o principal uso da IA e do big data corresponde à análise de dados genéticos e sequências genômicas, identificando padrões associados não só quanto a estar sadio, mas também a doenças relacionadas à predisposição genética, induzindo a redução das taxas de mortalidade de muitos cânceres¹³. Ademais, o uso dessas tecnologias permite um monitoramento em pacientes com câncer e àqueles com recidiva. Portanto, favorece a análise de dados, desenvolvendo enfoques e aplicações dirigidas a cada paciente de modo singular¹⁴.

O uso da IA na neurologia cresce de forma rápida e seu principal meio de ação é o emprego no diagnóstico por imagem, tanto em casos de AVC agudo isquêmico, quanto AVC hemorrágico. Para a realização desses tipos de diagnósticos, o programa detecta mudanças sutis na atenuação da tomografia computadorizada (TC) em pacientes, pelo uso de um método de identificação circular adaptativo da região de interesse no exame, sendo evidente o desenvolvimento que a inteligência artificial traz com ao classificar em escala um déficit neurológico e se apresenta ou não uma oclusão, contribuindo para um melhor prognóstico do paciente¹⁵.

Na cardiologia os benefícios são igualmente evidentes, tanto na prevenção quanto no rastreamento, tratamento de doenças e monitoramento de dados, oferecendo melhor prognóstico para o paciente. Uma das subespecialidades que fazem uso dessa inteligência artificial é a eletrofisiologia, ao se dedicar à interpretação do eletrocardiograma (ECG), utilizando o ECG-IA, que contribui de modo expressivo para a precisão do diagnóstico. Além de uso da IA na interpretação do ECG, é utilizada para prever agravos como fibrilação atrial paroxística, síndrome do QT longo, arritmia ventricular, disfunção ventricular, entre outros. Na ecocardiografia, excelente método de avaliação não invasiva, quantitativa e qualitativa, da função cardíaca, o médico ecocardiografista tem desempenho impres-

cindível para assegurar a qualidade do exame, entretanto, em alguns casos, pode interferir negativamente no diagnóstico.

A IA pode contribuir para evitar tais efeitos pois realiza medições de forma automática, reduz ruídos e melhora a navegação da sonda, permitindo o diagnóstico diferencial entre a insuficiência cardíaca com fração de ejeção ventricular esquerda reduzida e fração de ejeção preservada. Não só exames gráficos e de imagem se mostraram mais eficazes com o uso da inteligência artificial, mas também uma parte do exame físico cardíaco¹⁶. A ausculta cardíaca é um exame manual importante na cardiologia clínica, porém sua qualidade e confiança pode variar conforme o especialista que a executa. Com base no uso da inteligência artificial com os dados de áudio obtidos por meio de um estetoscópio digital, a precisão do diagnóstico de algumas patologias como a estenose aórtica e o refluxo mitral mostrou-se comparável à de especialistas da área².

Com isso, é possível concluir que grandes volumes de dados podem ser analisados de modo confiável pelo uso de algoritmos desenvolvidos para o robô “aprender”, por meio da IA contribuindo para a redução de erros, a obtenção de informações úteis de série de dados compilados de pacientes e a melhoria do prognóstico. Assim como o uso do “*Microsoft Power Business Intelligence*” (*Microsoft Power BI*), *software* inovador que faz a análise de uma série de dados de modo rápido e eficaz de pacientes em uma pesquisa, além de prever alterações entre as informações, tornando possível análises mais profundas de maior assertividade, ou seja, decisivamente na obtenção de conclusão sobre o tema principal do estudo³.

Construção de gráficos e capacidade de síntese de dados

Hoje a análise de dados tornou-se um apoio importante para que as pesquisas médicas pudessem avançar de modo significativo em quase todo mundo. Contudo, o número de dados foi aumentando de forma exponencial, impedindo que um desempenho humano pudesse explorar as informações em uma pesquisa de forma rápida e com especificidade e sensibilidade. Com base nisso, o uso de gráficos foi adotado em todos os continentes visando alguns aspectos principais: facilitar a comparação

entre os dados, explorá-los de modo dinâmico e auxiliar na tomada de decisão. Portanto, é notável que os gráficos tenham sua importância, pois que apresentam informações complexas de forma fácil de serem examinados, principalmente com o uso da big data, oferecendo mais rapidez à pesquisa e maior taxa de confiança para os dados.

Os dados dos pacientes que serão posteriormente analisados com o auxílio de gráficos pela inteligência artificial podem ser coletados de diversas fontes: prontuários médicos, anamnese, exame clínico, exames complementares¹⁷. Pela coleta desses dados, o *software* pode iniciar a construção de um gráfico correspondente ao que foi solicitado pelo médico ou pesquisador, ou seja, conforme a sua necessidade. Existem muitos tipos de gráficos, sendo os principais: histograma cumulativo, gráfico de setor, gráfico de pontos (*Point Care*), gráfico de linhas, os quais permitem, respectivamente, avaliar a frequência acumulada de dados em intervalo de tempo específico, verificar proporções de diferentes categorias em um conjunto de dados, analisar a relação entre duas variáveis quantitativas e, por fim, identificar alterações ao longo do tempo por meio de uma variável contínua pré-estabelecida.

Assim que ocorrer a coleta dos dados, é necessário iniciar um processo de exploração deles para usufruir de seus aspectos importantes sob a compreensão de que a inteligência artificial, junto de *softwares* de construção de gráficos, propicia entendê-los com mais profundidade e de maneira mais eficaz. Em vista disso, faz-se o uso de instrumentos que permitem tanto uma exploração aprofundada, quanto flexível das informações, contribuindo para que se possa encontrar novas perguntas e novos padrões a partir da mineração dos dados - que consiste na descoberta de padrões ocultos não evidentes em uma análise superficial; da modelagem preditiva - a qual possibilita identificar relações entre as variáveis; e, por fim, da análise exploratória dos dados, ou seja, fazer uso de dados estatísticos descritivos, como percentis, desvios, médias, medianas e desvios padrão.

Dessa forma, depois de realizar a comparação entre os dados de modo fácil e explorar todos os seus parâmetros, é necessário realizar a tomada de decisão com base no achado encontrado nos gráficos, usando a inteligência artificial e suas técnicas que promovem eficiência, relevância

e precisão maiores comparativamente às alcançadas pelo desempenho exclusivamente humano. Ademais, é possível fazer uso não só do *machine learning*, relacionando subconjuntos de dados para gerar algoritmo em busca de novas combinações entre as próprias informações¹⁸, assim como da análise preditiva, identificado riscos futuros inerentes a certos padrões de dados e escolhendo melhor conduta a ser seguida.

O uso de gráficos se mostra muito eficaz e de grande importância na área da saúde: avalia com rapidez uma quantidade enorme de dados por comparações geradas pela inteligência artificial e oferece possíveis *insights* que se somam ao conhecimento e à experiência que tenham os pesquisadores. Nesse sentido, a utilização de gráficos mostrou-se de suma necessidade para que numerosos dados relacionados aos pacientes pudessem ser compreendidos e discutidos de modo minucioso visando a obtenção de percepções assertivas e valiosas que se acrescentaram à própria execução da pesquisa científica em curso³.

Integração com outros tipos de tecnologias (*wearables*)

O atual estágio de desenvolvimento tecnológico produz muitas alterações no cotidiano, ensejando até inclusive que os indivíduos, ausentes da ambiência clínica, participem com autocuidado de sua saúde¹⁹. Contribuem para tanto o uso de acessórios ou dispositivos vestíveis (*wearables devices*), como os relógios inteligentes (*smartwatches*), e sensores ingeríveis, os quais geram medidas funções fisiológicas e de comportos de cada usuário, provenientes da frequência cardíaca, do ritmo cardíaco, da eficiência do sono, da atividade intestinal, do conteúdo intestinal, entre outras funções²⁰.

Associar inteligência artificial e tecnologia de uso pessoal revelou-se promissora em muitas áreas da medicina, como gastroenterologia, otorrinolaringologia, cardiologia, no combate à covid-19, levando a melhorias no atendimento e de sua capacidade de resolução¹⁹. Permite ao paciente o autocuidado e ao corpo clínico de pesquisadores e profissionais de saúde a análise de grandes grupos de pacientes pelo monitoramento remoto¹⁶, melhorando a forma de como fazer a atenção a cada paciente.

No campo gastroenterológico, o uso de acessórios vestíveis ou de sensores ingeríveis vem aumentando no emprego para o diagnóstico, o controle e a prevenção de doenças²⁰. Contribuem para o manejo de doenças graves: como a síndrome do intestino irritável, doença de Crohn, colite ulcerosa, uma vez que: microssensores não invasivos, são úteis para identificação precoce da necessidade de intervenção e averiguação de benefícios alcançados no tratamento²¹.

Na otorrinolaringologia, os acessórios vestíveis de uso são utilizados amplamente como apoio à avaliação da qualidade do sono. O sono tem marcante influência no para o estado de saúde. Dispor de informações sobre o sono e outros comportamentos oferece elementos para o aprimoramento da saúde e do bem-estar dos usuários²².

No campo da cardiologia o uso de acessórios vestíveis se faz desde a seleção de problemas na afecção cardíaca de alto risco, como as arritmias, até o manejo de doenças crônicas, como a insuficiência cardíaca²³. Sensores biométricos e de movimento capturam numerosos parâmetros fisiológicos, como a contagem de passos, a pressão arterial, a saturação de oxigênio, a temperatura, que submetidos a técnicas de *machine learning* e construção de modelos analíticos levam ao reconhecimento de padrões, com base nos dados levantados, a serem posteriormente utilizados em análises clínicas ou em pesquisas de grande alcance¹⁹.

Observe-se que o seu uso não se limita somente a uma especialidade médica. A expectativa, fundamentada nos resultados de passado recente, é que, com o passar dos anos, as diversas áreas da saúde se beneficiem, de modo integrado, de benefícios propiciados pela inteligência artificial em associação com o uso de dispositivos vestíveis²⁴. Acrescenta-se que tais usos poderão também se beneficiar de relatos de experiências de cuidado domiciliar, potencialmente disponíveis no *big data*, o que promoveria maior integração de diversas áreas profissionais, com foco no bem-estar do paciente.

É também notável que o uso de *wearables devices* e de sensores ingeríveis tenha se demonstrado benéfico, tanto em pesquisa, quanto na clínica, na modalidade remota de monitoramento em tempo real dos pacientes²⁴. Nessa linha de investigação contribuiu grandemente a pesquisa de nossa equipe, sob coordenação do professor Goroso, sobre o uso dos

smartwatches como acessório para colher dados e avaliar a variação da frequência cardíaca no decorrer do exame de *Tilt Table Test* (TTT)²⁵. O dispositivo colheu adequadamente a resposta fisiológica corporal de alteração tanto da pressão arterial, quanto da frequência cardíaca, em situação de alteração do centro de gravidade do paciente submetido ao exame. Naquele estudo, além dos testes do acessório, programas de computador foram desenvolvidos para a coleta em tempo real e análise de todos os dados colhidos e parâmetros dos pacientes³.

Benefícios e desafios de implementação

A Identificação precoce de doenças, a personalização dos cuidados de saúde e o acompanhamento remoto oferecem uma série de benefícios significantes para os pacientes e prestadores de cuidados de saúde. Permitem intervenções mais eficazes e tratamentos mais bem-sucedidos, resultando em melhores resultados de saúde e redução de custos associados ao tratamento de afecções avançadas. Personalizar os cuidados de saúde com base em dados específicos de um indivíduo pode levar a um tratamento mais eficaz e direcionado, evitando enfoques genéricos que nem sempre são os mais adequados a cada pessoa²⁶. O acompanhamento remoto auxilia na vigilância contínua da saúde do paciente, com ajustes rápidos no plano de tratamento e a identificação antecipada de alterações no estado de saúde.

As equipes de pesquisa obstinadamente devem se orientar pela noção de que a adoção de tecnologias vem acompanhada de desafios éticos, de privacidade dos dados e de questões de segurança. Aspectos éticos, como consentimento informado, equidade no acesso e transparência no uso de dados de pacientes, são indispensáveis para garantir que os benefícios dessas tecnologias possam ser alcançados sem que se comprometam os direitos dos indivíduos e seu estado de saúde²⁷. A privacidade dos dados também é preocupação central, pois a coleta e o compartilhamento de informações de saúde sensíveis podem expor os pacientes a riscos de violações de privacidade e uso indevido de dados. Quanto à segurança dos dados é imprescindível que se protejam as informações pessoais dos pacientes, evitando-se acessos não autorizados, bem como prevenindo-se de

possíveis ataques cibernéticos que comprometem a integridade dos sistemas de saúde digital⁸.

Considerações finais

A inteligência artificial e seus ramos de inovações assinalam com ênfase o potencial que nos reserva o futuro do setor saúde. As provas científicas atualmente disponíveis, provenientes de algumas áreas em que a IA foi estabelecida, aliadas à expectativa que irão migrar para outras e que as próprias tecnologias se aprimorarão como decorrência de seu emprego, apontam para a necessidade de que sua adoção seja claramente e intencionalmente voltada ao benefício do paciente.

No que tange à interpretação dos dados, a inteligência artificial é decisiva na análise de informações disponíveis por *big data*, que propicia a geração de panoramas relativos ao tema principal e de *insights* que, sem estes recursos, poderiam passar despercebidos pelos pesquisadores e profissionais de saúde.

Os gráficos corroboram os dados de pesquisa, a um só tempo questionam ao estabelecerem correlações que, de outra maneira, seriam de difícil percepção. A própria pesquisa em execução se beneficia com esse recurso, reorientando-se. A prática clínica, acontece situação semelhante. A pesquisa e a prática de saúde se beneficiam de gráficos que co-temam e relacionam grande volume de dados operado por IA.

Argumentou-se também que os *wearables devices* atuam favoravelmente para a prevenção, o diagnóstico e o tratamento de doenças cardiovasculares, gastrointestinais e relacionadas ao sono, à medida que facilitam a coleta de dados e o desenvolvimento de pesquisas.

A análise avançada de dados fisiológicos combinada com algoritmos de IA poderá revolucionar a forma como os profissionais de saúde, diagnosticam e tratam e acompanham pacientes. A capacidade de prever complicações médicas, individualizar planos de tratamento e até mesmo fazer intervenções cirúrgicas assistidas por robôs, com precisão sem precedentes, são algumas das promessas dessas inovações.

Essas tecnologias vão transformar radicalmente o sistema de saúde, tornando-o mais avançado, eficiente e centrado no paciente. Ao fornecer

instrumentos para a medicina preventiva e personalizada, a IA e o monitoramento fisiológico podem ajudar a reduzir custos, melhorar resultados de saúde e promover uma atenção integral no cuidado do paciente.

O alcance de toda essa possibilidade de transformação em direção a um sistema de saúde sustentavelmente avançado e centrado no paciente não poderá prescindir de soluções importantes nos campos da ética quanto ao uso de dados de saúde, da segurança da informação, da equidade no acesso e da preparação adequada de profissionais de saúde. O equilíbrio entre a inovação tecnológica e as considerações éticas e humanitárias é imprescindível para conduzir-nos a um sistema de saúde sustentável, com inclusão social e eficaz, enfim, que coloque o paciente no centro de todas as decisões e ações reparadoras e preventivas.

Agradecimentos

Daniel Gustavo Goroso agradece o apoio financeiro da FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Brasil, Processo #2021/14231-0.

Ana Letícia Gomes dos Santos é bolsista PIBIC/CAPES, Brasil.

Daniel Gustavo Goroso e Samuel Minucci Camargo agradecem ao Prof. Melquiades M. Portela, MD, Diretor do Hospital Clínico da UMC, e à Sra. Jessica Lele, Secretária de Coordenação da Policlínica UMC, pelo auxílio no projeto.

Referências

1. McCarthy J, Minsky ML, Rochester N, Shannon CE. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine* [internet]. 2006; 27(4): 12. Doi: <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
2. Koulaouzidis G, Jadczyk T, Iakovidis DK, Koulaouzidis A, Bisnaire M, Chari-sopoulou D. Artificial Intelligence in Cardiology-A Narrative Review of Cur-

- rent Status. *Journal of clinical medicine* [internet]. 2022;11(13): 3910. Doi: <https://doi.org/10.3390/jcm11133910>
3. Camargo SM, et al., Assessing Autonomic Nervous System Imbalance in Post-COVID-19 Patients Through Heart Rate Variability During Tilt Testing. *Computing in Cardiology (CinC)* [internet]. 2023; 50:1-4. Doi: <https://doi.org/10.22489/CinC.2023.411>
 4. Dorsey ER, Topol EJ. State of Telehealth. *N Engl J Med* [internet]. 2016; 375(2):154-61. doi: 10.1056/NEJMr1601705.
 5. Acosta JN, Falcone GJ, Rajpurkar P, Topol EJ. Multimodal biomedical AI. *Nat Med* [internet]. 2022;28(9):1773-1784. doi: 10.1038/s41591-022-01981-2.
 6. Moor M, Banerjee O, Abad ZSH, Krumholz HM, Leskovec J, Topol EJ, Rajpurkar P. Foundation models for generalist medical artificial intelligence. *Nature* [internet]. 2023; 616(7956):259-265. doi: 10.1038/s41586023-05881-4.
 7. Chang A. Precision Intensive Care: A Real-Time Artificial Intelligence Strategy for the Future. *Pediatr Crit Care Med* [internet]. 2019;20(2):194-195. doi: 10.1097/PCC.0000000000001883.
 8. Komorowski M, Arias López MP, Chang AC. How could ChatGPT impact my practice as an intensivist? An overview of potential applications, risks and limitations. *Intensive Care Med* [internet]. 2023;49(7):844847. doi: 10.1007/s00134-023-07096-7.
 9. Madhvapathy SR, Wang JJ, Wang H, Patel M, Chang A, Zheng X, Huang Y, Zhang ZJ, Gallon L, Rogers JA. Implantable bioelectronic systems for early detection of kidney transplant rejection. *Science* [internet]. 2023;381(6662):1105-1112. doi: 10.1126/science.adh7726.
 10. Kann BH, Hosny A, Aerts HJWL. Artificial intelligence for clinical oncology. *Cancer cell* [internet]. 2021; 39(7), 916-927. <https://doi.org/10.1016/j.ccell.2021.04.002>
 11. Amaro E. Artificial intelligence and Big Data in neurology. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria* [internet]. 2022;80(5):342-347. doi: <https://doi.org/10.1590/0004-282X-ANP-2022-S139>
 12. Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S, Wang Y, Dong Q, Shen H, Wang Y. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and vascular neurology* [internet]. 2017; 2(4): 230-243. doi: <https://doi.org/10.1136/svn-2017-000101>
 13. Mitsala A, Tsalikidis C, Pitiakoudis M, Simopoulos C, Tsaroucha AK. Artificial Intelligence in Colorectal Cancer Screening, Diagnosis and Treatment. A

- New Era. Current oncology (Toronto, Ont.) [internet]. 2021; 28(3): 1581–1607. Doi: <https://doi.org/10.3390/curroncol28030149>
14. Shimizu H, Nakayama KI. (2020). Artificial intelligence in oncology. Cancer science [internet]. 2020; 111(5): 1452–1460. Doi: <https://doi.org/10.1111/cas.14377>
 15. Soun JE, Chow DS, Nagamine M, Takhtawala RS, Filippi CG, Yu W, Chang PD. Artificial Intelligence and Acute Stroke Imaging. AJNR. American journal of neuroradiology [internet]. 2021; 42(1): 2–11. doi: <https://doi.org/10.3174/ajnr.A6883>
 16. Nakamura T, Sasano T. (2022). Artificial intelligence and cardiology: Current status and perspective. Journal of cardiology [internet]. 2022; 79(3): 326–333. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2021.11.017>
 17. Lobo LC. Inteligência Artificial e Medicina. Revista Brasileira de Educação Médica [internet]. 2017; 41(2):185-193. doi: <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v41n2esp>
 18. Choi RY, Coyner AS, Kalpathy-Cramer J, Chiang MF, Campbell JP. Introduction to Machine Learning, Neural Networks, and Deep Learning. Translational vision science & technology [internet]. 2020; 9(2): 14. doi: <https://doi.org/10.1167/tvst.9.2.14>
 19. Hughes A, Shandhi MMH, Master H, Dunn J, Brittain E. Wearable Devices in Cardiovascular Medicine. Circulation research [internet]. 2023; 132(5): 652–670. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.122.322389>
 20. Chong KP, Woo BK. Emerging wearable technology applications in gastroenterology: A review of the literature. World journal of gastroenterology [internet]. 2021; 27(12): 1149–1160. Doi: <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i12.1149>
 21. Jagannath B, Lin KC, Pali M, Sankhala D, Muthukumar S, Prasad S. A Sweat-based Wearable Enabling Technology for Real-time Monitoring of IL-1 β and CRP as Potential Markers for Inflammatory Bowel Disease. Inflammatory bowel diseases [internet]. 2020; 26(10): 1533–1542. doi: <https://doi.org/10.1093/ibd/izaa191>
 22. Zambotti M, Cellini N, Goldstone A, Colrain IM, Baker FC. Wearable Sleep Technology in Clinical and Research Settings. Medicine and science in sports and exercise [internet]. 2019; 51(7): 1538–1557. doi: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001947>
 23. Prieto-Avalos G, Cruz-Ramos NA, Alor-Hernández G, Sánchez-Cervantes JL, Rodríguez-Mazahua L, Guarneros-Nolasco LR. Wearable Devices for Physical Monitoring of Heart: A Review. Biosensors [internet]. 2022; 12(5): 292. doi: <https://doi.org/10.3390/bios12050292>

24. Wang WH, Hsu WS. (2023). Integrating Artificial Intelligence and Wearable IoT System in Long-Term Care Environments. *Sensors (Basel, Switzerland)* [internet]. 2023; 23(13): 5913. doi: <https://doi.org/10.3390/s23135913>
25. Teodorovich N, Swissa M. (2016). Tilt table test today - state of the art. *World journal of cardiology* [internet]. 2016; 8(3): 277-282. doi: <https://doi.org/10.4330/wjc.v8.i3.277>
26. Lu M, Zhao Q, Zhang J, Pohl KM, Fei-Fei L, Niebles JC, Adeli E. Metadata Normalization. *Proc IEEE Comput Soc Conf Comput Vis Pattern Recognit.* 2021:10912-10922. doi: 10.1109/cvpr46437.2021.01077.
27. Caiming Z, Yang L. Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects. *Journal of Industrial Information Integration* [internet]. 2021; 23: 100224. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100224>

Posfácio

João Loures Salinet Junior^I

O saber a gente aprende com os mestres e os livros.
A sabedoria se aprende com a vida e com os humildes.

Cora Coralina

O Instituto de Saúde da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, em seus quase 56 anos, atua em pesquisas para a saúde da população paulista e traz oportuna iniciativa, *Saúde Digital: tecnologia a serviço da saúde coletiva*, tema emergente em áreas de fronteiras da saúde e tecnologias digitais, uma discussão teórica e prática sobre Saúde Digital, Inteligência Artificial e Novas Tecnologias, Tecnologias e Educação, como ações não de futuro, mas de forte potência no presente, condição necessária para a melhoria da Atenção à Saúde pautada pelos princípios do SUS.

O livro conseguiu reunir reflexões e pesquisas complexas para atender lacunas que vão desde aspectos conceituais e normativos da política de Saúde e de Saúde Digital, quanto de aplicações, aprimoramento de profissionais e emprego de tecnologias digitais emergentes. Um excelente trabalho, que instiga reflexões para gestores, profissionais, pesquisadores e educadores, assinalando a promoção e prevenção em saúde, diagnósticos e tratamentos eficazes, para o que é o principal sistema público de saúde no mundo.

Monitoramento remoto, telecuidado e telemedicina são avaliados e realçados como recursos importantes de difusão dos cuidados em saúde com excelência, mostrando a importância de métodos de avaliação e estabelecimento de padrões de procedimentos e coletas de informações, e servindo também como recurso auxiliar para gestores de planejamento,

^I João Loures Salinet Junior é engenheiro biomédico, professor doutor da Universidade Federal do ABC, Coordenador do HEartLab, colaborador da Divisão de Bioengenharia do Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor-FMUSP) e Hospital do Coração (HCOR-SP).

delineamento de prioridades e ações estratégicas, sobre como aprimorar continuamente os serviços e cuidados à saúde.

O monitoramento remoto permite, pelo emprego de dispositivos vestíveis, identificar mudanças no corpo humano e nos sistemas fisiológicos do paciente, apoiando intervenções clínicas ou mudança de conduta terapêutica, que trazem benefícios tanto para o paciente quanto para os sistemas de saúde, o que inclui superar barreiras geográficas e problemas de mobilidade, reduzir custos decorrentes da não necessidade de internações em hospitais, prevenção de doenças infectantes a que os pacientes estão expostos no hospital, sendo assistidos por clínicos gerais e especialistas; note-se que a adoção dessas tecnologias tende a tornar o cuidado à saúde mais seguro e de mais fácil acesso, até para pacientes assintomáticos, com doenças crônicas, cardíacas entre outras.

A obra trata de questões éticas e de proteção de dados em atividades de monitoramento remoto, da natureza de tipos de sistemas de monitoria remota, das repercussões econômicas na saúde, de integração e incorporação de tecnologias, de acessos sociais de utilização destas tecnologias, com apresentação de casos de monitoramento em crianças com sobrepeso e obesidade na assistência primária de Saúde, e em pacientes pós-covid-19. Também apresenta um debate sobre a qualidade de serviços médicos sob o aspecto da utilização destas tecnologias e sua possibilidade como instrumento de promoção da saúde.

A inteligência artificial é outra área versada no livro, em que algoritmos permitem que se realize com efetividade uma enorme complexidade de operações, de forma cujo limite e alcance ainda estamos estimando, mas que têm ampliado a compreensão de dados médicos, o aprimoramento de diagnósticos e tratamentos, prometendo, assim, melhores resultados. Isso certamente propiciará ganhos em prevenção e manutenção da saúde.

O livro sublinha os marcos da história da inteligência artificial no mundo, seu crescimento como recurso e a importância de sua utilização e emprego, em imagens obtidas pela emergente tecnologia da termografia em estudos de câncer de mama.

Os leitores terão um enriquecimento de conhecimentos com esta obra, e decerto profissionais e formadores de opinião poderão contribuir

para sua difusão, com a aplicação em larga escala e em distintas instâncias da atenção à saúde dos recursos tecnológicos aqui discutidos, além de outros que surgirem, o que, desejamos, venha a ter registro em futura edição da Coleção Temas em Saúde Coletiva.



INSTITUTO
DE SAÚDE

Secretaria da
Saúde



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO SÃO TODOS

