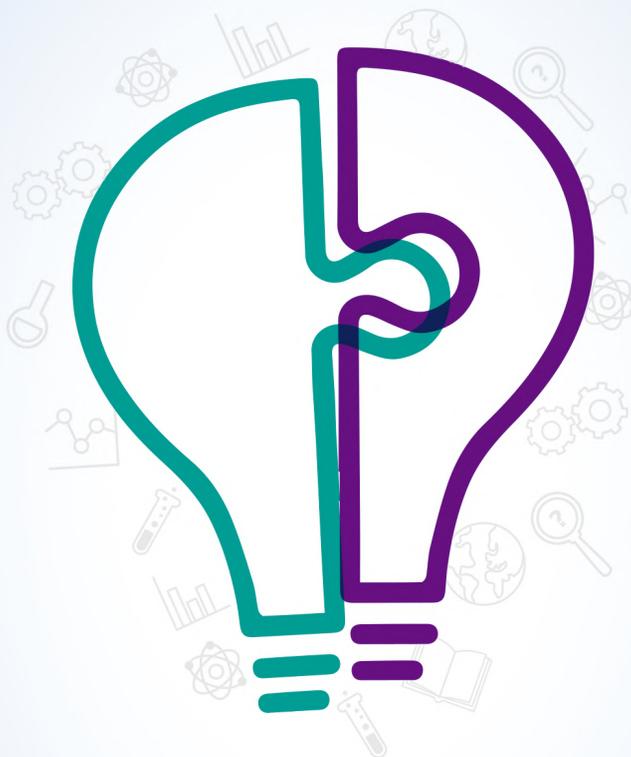


EMPREENDEDORISMO
E INOVAÇÃO EM

SAÚDE:

**CIÊNCIA &
MERCADO**



3^o ENEIS

ENCONTRO NACIONAL DE EMPREENDEDORISMO
E INOVAÇÃO EM SAÚDE

ORGANIZADORES

**ATSON CARLOS DE SOUZA FERNANDES • BÁRBARA TEIXEIRA SANTOS GARCEZ
CRISTIANE MARIA CARVALHO COSTA DIAS • FERNANDA FERRAZ DE CASTRO
JÉSSICA MIRELLA DE SOUZA GOMES • LUCIANA FERREIRA MENEZES**

Empreendedorismo e Inovação em Saúde:

Ciência & Mercado



COMITÊ AVALIADOR DA OBRA

Arukia Sibelle Azevedo Barbosa

Carolina Villa Nova Aguiar

Fernanda Ferraz de Castro

Jéssica Mirella de Souza Gomes

João Paulo dos Santos Simplício

Juliana Barbosa Goulardins

Lucas de Oliveira Vieira

Rodrigo Gomes Guimarães

Sidney Carlos de Jesus Santana

ATSON CARLOS DE SOUZA FERNANDES
BÁRBARA TEIXEIRA SANTOS GARCEZ
CRISTIANE MARIA CARVALHO COSTA DIAS
FERNANDA FERRAZ DE CASTRO
JÉSSICA MIRELLA GOMES
LUCIANA FERREIRA MENEZES
(Organização)

Empreendedorismo e Inovação em Saúde:

Ciência & Mercado



Copyright © Autoras e autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

Atson Carlos de Souza Fernandes; Bárbara Teixeira Santos Garcez; Cristiane Maria Carvalho Costa Dias; Fernanda Ferraz de Castro; Jéssica Mirella Gomes; Luciana Ferreira Menezes [Orgs.]

Empreendedorismo e Inovação em Saúde: Ciência & Mercado. São Carlos: Pedro & João Editores, 2025. 250p. 16 x 23 cm.

ISBN: 978-65-265-2133-5 [Impresso]

978-65-265-2134-2 [Digital]

1. Inovação. 2. Saúde. 3. Empreendedorismo. 4. Impacto Social. I. Título.

CDD – 370

Capa: Renato de Oliveira Ribeiro e Luidi Belga Ignacio

Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB – 8-8828

Diagramação: Diany Akiko Lee

Revisão: Hanne Raffaella Turek Lúcio Krempi

Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Editorial da Pedro & João Editores:

Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil); Ana Patrícia da Silva (UERJ/Brasil).



Pedro & João Editores

www.pedroejoaoeditores.com.br

13568-878 – São Carlos – SP

2025

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	9
SOBRE OS ORGANIZADORES	11
PREFÁCIO Atson Carlos de Souza Fernandes.	13
ANÁLISE DO PROCESSO DE INSERÇÃO DO ENSINO DA SAÚDE DIGITAL EM UMA ESCOLA MÉDICA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES MENEZES, Marta Silva; ANDRADE, José Roberto dos Santos; SILVA, Mary Gomes; LÉLIS, Rafael Carneiro de; SILVA, Mayara Cintia de Jesus; SANTOS, Mauro Oliveira.	15
APLICAÇÃO DE JOGOS E DINÂMICAS EM UM HOSPITAL OBSTÉTRICO PARA TREINAMENTO DA METODOLOGIA LEAN HEALTHCARE GUIMARÃES, Camille Pereira; LIMA, Luciane Oliveira; PIMENTEL, Cristiane Agra.	27
AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE TECNOLOGIAS EM SAÚDE: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NO EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO ACCIOLY, Soraia Tatiane Almeida; MATOS, Marcos Antônio Almeida.	37
AVANÇOS, DESAFIOS E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO DESENVOLVIMENTO DE VACINAS MACHADO, Bruna Aparecida Souza; HORA, Helena Souza da; SANTOS, Hayna Malta; SILVA, Milca de Jesus; REZENDE, Cíntia Silva Minafra e.	53

DA BANCADA AO MERCADO: A JORNADA EMPREENDEDORA NA ZIEL BIOSCIENCES	69
FARIAS, Caroline Brunetto de.	
DESENVOLVIMENTO DE UM E-BOOK INFORMATIVO E COM AUTOAVALIAÇÃO RESPIRATÓRIA E FUNCIONAL PARA ADULTOS PÓS-COVID-19	75
SANTOS, Juliana Guimarães; SANTANA, Robson Santos; MATOS, Marcos Antônio Almeida; DIAS, Cristiane Maria Carvalho Costa.	
DESENVOLVIMENTO DE UMA CARTILHA VIRTUAL DE EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA CONTROLE DE DOR E FADIGA EM INDIVÍDUOS PÓS-COVID-19 BASEADA EM EVIDÊNCIAS	85
RIOS, Mônica Andrade; GOES, Bruno Teixeira; SÁ, Kátia Nunes.	
DIGITAL TWIN NA ÁREA DA SAÚDE: RESULTADOS OBTIDOS APÓS A APLICAÇÃO EM UM HOSPITAL PÚBLICO DA BAHIA	97
LOPES, Emilli Cássia Souza; CERQUEIRA, Eduardo Abreu Batista; PIMENTEL, Cristiane Agra.	
EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO EM SAÚDE COM IMPACTO SOCIAL	107
MARINHO, Walter.	
ENTRE O SONO E A INOVAÇÃO: COMO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ESTÁ REVOLUCIONANDO O DIAGNÓSTICO DA APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO	121
OLIVEIRA, Adriane Santos; GUIMARÃES, Caio Medina; GONZALEZ, João Victor Pereira; DONATO, Kenzo Ogasawara; FILHO, Orison Pedro Monteiro de Almeida; CASTRO, Iza Cristina Salles de.	

- GUIA DE EXERCÍCIOS PARA INDIVÍDUOS ADULTOS COM RISCO E PROVÁVEL SARCOPENIA NO PÓS-COVID-19** 135
SANTANA, Robson Santos; SANTOS, Juliana Guimarães; ARISTIDES, Paulo Rodrigo Santos; MATOS, Marcos Antônio Almeida; DIAS, Cristiane Maria Carvalho Costa.
- IMPLEMENTAÇÃO DO INDICADOR DE EFETIVIDADE DE RECURSOS OPERACIONAIS NA SAÚDE: INSIGHTS DE ESTUDOS DE CASOS** 149
LIMA, Luciane Oliveira; MACÊDO, Marcelly Ribeiro Bulcão; SOUZA, Gabriela dos Reis Machado; GUIMARÃES, Camille Pereira; PIMENTEL, Cristiane Agra.
- INOVAÇÕES DIAGNÓSTICAS NO TEA: CONSTRUINDO PONTES ENTRE CIÊNCIA E PRÁTICA CLÍNICA** 163
SIQUARA, Gustavo Marcelino; SANTANA, Vinicius Neiva de; MESQUITA, Natália Barreto de; BORGES, Mislene Luzia Menezes; SIMAS, Suelen Gualberto Gomes; PONDÉ, Milena Pereira.
- PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: UMA FERRAMENTA PARA IMPULSIONAR A INOVAÇÃO EM SAÚDE NAS UNIVERSIDADE BAIANAS** 177
JUIZ, Paulo José Lima; PIRES, Edilson Araújo; SILVA, Karoline Greice Viana Cardoso da; LIMA, Lucas Araújo.
- QUEDAPREV: ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO PARA QUEDAS EM IDOSOS** 191
DONATO, Kenzo Ogasawara; NISHIZIMA, André; FILHO, Luciano Falcão Carneiro; CASTRO, Iza Cristina Salles de.
- SENSORIAMENTO EM UNIDADES MÉDICAS: APLICAÇÃO PARA MONITORAMENTO DO PACIENTE EM AMBIENTES HOSPITALARES** 203
ARAÚJO, Andressa Clara Barbosa de; PIMENTEL, Cristiane Agra.

- SERVIÇOS DE ATENÇÃO AO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA NO ESTADO DA BAHIA** 213
AMARAL, Mariana Gondim Pires do; PONDE, Milena Pereira.
- SONOPREV: SOLUÇÃO TECNOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DO RISCO DE QUEDAS EM IDOSOS ASSOCIADO A DISTÚRBIOS DO SONO** 225
GUIMARÃES, Caio Medina; CUNHA, Beatriz de Almeida; DEUS, Flávia Gois de; DUARTE, Laís Palhares Rodrigues; FILHO, Orison Pedro Monteiro de Almeida; CASTRO, Iza Cristina Salles de.
- USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO AUXÍLIO EM DIAGNÓSTICOS MÉDICOS** 239
OLIVEIRA, Daniel Marques Santana; FONSECA, João Vitor Siqueira; PIMENTEL, Cristiane Agra.

AGRADECIMENTOS

Manifestamos nossa profunda gratidão aos autores dos capítulos e aos membros do Comitê Avaliador, cujas valiosas contribuições tornaram possível a realização desta obra tão rica e significativa para o cenário científico e acadêmico.

Estendemos nossos agradecimentos à Fundação Maria Emília Pedreira Freire de Carvalho (FME), cujo apoio foi fundamental para a publicação desta coletânea. Sua atuação reafirma o compromisso com a disseminação do conhecimento científico e tecnológico, ampliando os horizontes do saber.

Reconhecemos, com entusiasmo, o papel essencial dos diversos atores do ecossistema de inovação em saúde — indústrias, prestadores de serviços, instituições de ensino e pesquisa, além de entidades governamentais — que, com sua atuação e estímulo contínuos, fomentam a cultura da inovação, com protagonismo decisivo para despertar o espírito empreendedor na academia, impulsionar novas ideias e promover soluções criativas para desafios reais, impulsionando o desenvolvimento econômico e social da Bahia e de todo o país.

Por fim, expressamos nosso sincero agradecimento às instituições realizadoras e parceiras do III Encontro Nacional de Empreendedorismo e Inovação em Saúde — a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado da Bahia (SECTI), a Universidade do Estado da Bahia (UNEB), o SENAI CIMATEC e a Fundação Oswaldo Cruz Bahia (FIOCRUZ-BA) — pelo apoio na organização deste evento inspirador, que dá origem a mais uma edição do livro *Empreendedorismo em Saúde: Ciência & Mercado*.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Atson Carlos de Souza Fernandes

Graduado em Odontologia pela Universidade Federal da Bahia – UFBA (1995). Especialista em Implantodontia pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública – BAHIANA (2017). Mestre e doutor em Ciências Morfológicas pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP (1999/2002). Atualmente é Professor Titular da Universidade do Estado da Bahia – UNEB e Professor Titular e Pró-Reitor de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação stricto sensu da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública – EBMSP. É autor de patente, livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Bárbara Teixeira Santos Garcez

Graduada em Pedagogia pela Faculdade de Tecnologia e Ciências (2018) e Mestre em Gestão de Tecnologias Aplicadas à Educação pela Universidade do Estado da Bahia – UNEB (2023). Supervisora Acadêmico-Administrativa no Núcleo de Pós-Graduação Stricto Sensu da EBMSP, além de atuar no Núcleo de Iniciação Científica e Tecnológica da instituição.

Cristiane Maria Carvalho Costa Dias

Graduada em Fisioterapia pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública – EBMSP (1979). Mestra e doutora em Medicina e Saúde Humana – EBMSP (2007/2014). Membro efetivo da Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia Intensiva. Professora Titular da EBMSP. Vice-coordenadora e Docente do Mestrado Profissional em Tecnologias em Saúde – EBMSP. Coordenadora do Núcleo da Pós-Graduação Stricto Sensu Bahiana. Editora Científica RPF – Revista Pesquisa em Fisioterapia BAHIANA. Autora de inovação tecnológica, capítulos de livros e publicações científicas.

Fernanda Ferraz de Castro

Graduada em Biomedicina pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública – EBMSP (2007). Mestra em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa pela Fiocruz Bahia (2010). Coordenadora do Núcleo de Inovação Tecnológica e docente da graduação e pós-graduação stricto sensu na EBMSP. Tem experiência na área de gestão da inovação, empreendedorismo, propriedade intelectual e gestão de projetos. Organizadora e autora de publicações técnicas e científicas na área de empreendedorismo, inovação e prospecção tecnológica.

Jessica Mirella de Souza Gomes

Graduada em Ciências Biológicas (2009) pela Universidade do Estado da Bahia. Mestre em Biodiversidade Vegetal (2012) pela Universidade do Estado da Bahia. Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa no Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz (CPqGM) – Fiocruz Bahia. Atualmente é supervisora e bióloga do Núcleo de Pesquisa e Inovação da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Coautora de patente e autora de publicações técnicas e científicas.

Luciana Ferreira Menezes

Graduada em Ciências Econômicas pela UFBA (2008), especialista em Gestão Empresarial pela Faculdade Visconde de Cairu (2010) e mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação PROFNIT/UFBA (2023). Atua na elaboração, gestão e captação de recursos para projetos de pesquisa e inovação, com mais de dez anos de experiência. Atualmente coordena o Núcleo de Projetos de Pesquisa em Saúde da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública – EBMSP, com foco em planejamento, gestão de processos e desenvolvimento de parcerias institucionais.

PREFÁCIO

É com grande satisfação que apresentamos a terceira edição do livro *Empreendedorismo e Inovação em Saúde: Ciência & Mercado*, fruto da terceira edição do Encontro Nacional de Empreendedorismo e Inovação em Saúde (ENEIS). Esse evento, realizado pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), em parceria com a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado da Bahia (SECTI), a Universidade do Estado da Bahia (UNEB), a Universidade SENAI/CIMATEC (SENAI/CIMATEC) e a Fundação Oswaldo Cruz Bahia (FIOCRUZ-BA), consolida-se como um marco na promoção da cultura de inovação, ciência e empreendedorismo no setor da saúde.

A publicação desta edição só foi possível também graças ao apoio fundamental da Fundação Maria Emília Pedreira Freire de Carvalho (FME), a quem deixamos registrado nosso profundo agradecimento.

Seguindo a trajetória das edições anteriores, esta obra reafirma o compromisso com a construção de um ecossistema de inovação em saúde cada vez mais robusto e integrado, reunindo reflexões e práticas que se entrelaçam entre a academia, o mercado e a sociedade. Ao longo de seus 19 capítulos, diversos autores – professores, empresários, profissionais liberais, pesquisadores e gestores – compartilham experiências, conhecimentos e visões, contribuindo para um debate plural e interdisciplinar, que busca impactar positivamente a qualidade de vida e o desenvolvimento social.

Nesta edição, abordam-se temas contemporâneos e relevantes, em consonância com as novas dinâmicas da sociedade 5.0, que exige soluções inovadoras, humanizadas e sustentáveis para os desafios da saúde. O leitor encontrará discussões sobre tecnologias emergentes, como inteligência artificial e Digital Twin, estratégias de saúde digital e prevenção em tempos pós-pandemia, empreendedorismo científico, além de propostas educativas e

assistenciais voltadas à promoção do bem-estar. Esses temas dialogam diretamente com o presente e o futuro da área, integrando ciência, tecnologia e impacto social de forma transversal e colaborativa.

Destinado a acadêmicos, pesquisadores, gestores, lideranças, empreendedores, estudantes e profissionais de diversas áreas, este livro é um convite ao aprendizado, à reflexão crítica e à ação transformadora. Em tempos de rápidas mudanças, em que a inovação se torna não apenas um diferencial, mas uma necessidade, esperamos que esta obra seja uma fonte de inspiração e um guia para aqueles que desejam construir caminhos novos e sustentáveis para a saúde e o bem-estar da sociedade.

Parabenizamos todos os autores, instituições parceiras e apoiadores que tornaram possível esta terceira edição do Empreendedorismo e Inovação em Saúde: Ciência & Mercado, reiterando nosso compromisso com a promoção do conhecimento e da inovação como ferramentas fundamentais para um futuro mais justo e saudável para todos.

Salvador, 26 de abril de 2025.

Atson Carlos de Souza Fernandes

ANÁLISE DO PROCESSO DE INSERÇÃO DO ENSINO DA SAÚDE DIGITAL EM UMA ESCOLA MÉDICA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES

MENEZES, Marta Silva¹; ANDRADE, José Roberto dos Santos²;
SILVA, Mary Gomes³; LÉLIS, Rafael Carneiro de⁴; SILVA, Mayara
Cintia de Jesus⁴; SANTOS, Mauro Oliveira⁴

^{1,2} Doutorado em Medicina e Saúde, Escola Bahiana de Medicina e
Saúde Pública (EBMSP)

³ Doutora em Enfermagem, Escola Bahiana de Medicina e Saúde
Pública (EBMSP)

⁴ Mestre em Tecnologias em Saúde, Escola Bahiana de Medicina e
Saúde Pública (EBMSP)

E-mail: martamenezes@bahiana.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A saúde digital tem se consolidado como um dos pilares fundamentais para a transformação dos sistemas de saúde ao redor do mundo. Ao integrar avanços tecnológicos às práticas médicas, redefinem-se os processos de atendimento, diagnóstico, gestão e educação em saúde. Desde seus primórdios, conforme à Organização Mundial da Saúde (2019), a evolução da saúde digital tem sido marcada pela implementação de sistemas de informação, telessaúde, aplicativos móveis e inteligência artificial, abrindo novas oportunidades para a prática médica e a gestão da saúde (OMS, 2019).

Ressalta-se, nesse contexto, que o escopo do que se denomina Saúde Digital vem sendo transformado e continuará ressignificando de forma acelerada, na medida em que outras tecnologias emergentes e disruptivas surgirem, apontando novas

formas de promover a saúde (Haddad; Lima, 2024). Nesse sentido, os profissionais médicos devem ser capazes de zelar pela segurança dos pacientes, guiados por condutas éticas na proteção dos dados e acompanhar os respectivos avanços sociotécnicos.

No Brasil, o contexto de saúde digital é caracterizado por desafios e avanços. Políticas públicas e documentos norteadores têm buscado estruturar o uso de tecnologias no setor, destacando-se o uso de prontuários eletrônicos, ferramentas de análise de dados e recursos para telessaúde. Apesar das dificuldades inerentes à adoção dessas inovações, como infraestrutura desigual e capacitação limitada, a incorporação da saúde digital apresenta benefícios claros para a segurança do paciente, a eficiência dos processos e a ampliação do acesso aos serviços de saúde (Oliveira; Pisa, 2019).

A Estratégia de e-Saúde para o Brasil, aprovada em 2017, representa um marco importante nesse cenário, ao propor a integração de tecnologias digitais no Sistema Único de Saúde (SUS) com foco na melhoria da qualidade do atendimento e na ampliação do acesso aos serviços de saúde (Brasil, 2017). Além disso, o Plano Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS) reforça a necessidade de capacitação dos profissionais de saúde para o uso eficiente dessas tecnologias, visando a segurança do paciente e a eficiência dos processos (Brasil, 2016).

No que diz respeito à telemedicina, o Conselho Federal de Medicina (CFM) tem desempenhado papel fundamental na regulamentação dessa prática. Em 2019, o CFM publicou a Resolução n.º 2.227/2019, que estabelece diretrizes para a prática da telemedicina no Brasil, incluindo a teleconsulta, o telemonitoramento e o telediagnóstico. Essa regulamentação foi crucial para garantir a segurança e a qualidade dos serviços prestados à distância, especialmente durante a pandemia da covid-19, quando a telemedicina se tornou uma ferramenta essencial para a continuidade do atendimento médico (CFM, 2019).

A inserção da saúde digital na formação médica é um elemento estratégico para preparar futuros profissionais para as

demandas contemporâneas. Além de promover a alfabetização digital e a competência em informática básica, a saúde digital possibilita a interpretação de dados epidemiológicos, a gestão eficiente de informações e a utilização de tecnologias inovadoras, como inteligência artificial. Essas habilidades são essenciais para garantir uma prática médica moderna, ética e integrada (Figueiredo *et al.*, 2020).

Nessa direção, Almeida Filho (2024) destaca que o avanço das Tecnologias de Informação e Conectividade (TIC), no campo da Educação, pode sugerir, desenvolver e colocar em prática soluções técnicas que podem gerar acessibilidade eficaz para a organização dos saberes e o planejamento do processo ensino-aprendizagem, de forma integrada e subsidiada por concepções pedagógicas atualizadas.

Nesse contexto, este relato de experiência examina os esforços realizados pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP) para integrar a saúde digital ao seu curso de medicina. A partir de uma análise documental e de experiências institucionais, o trabalho apresenta os desafios enfrentados, as estratégias adotadas e as competências desenvolvidas, visando contribuir para a formação de médicos aptos a atuar em um cenário de crescente transformação digital.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Método

Trata-se de um relato de experiência subsidiado pelos pressupostos de Mussi, Flores e Almeida (2021) e por uma pesquisa documental, que permite a organização de determinados fatos de um período, proporcionando a compreensão da construção de uma dada dimensão (César, 2020). Com essa compreensão, a equipe buscou informações relacionadas aos aspectos que permitiram a inserção da tecnologia digital na Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), inicialmente como apoio didático, com

vistas ao desenvolvimento de competências a serem inseridas nos cursos de saúde da instituição, iniciando pelo Curso de Medicina.

Para tanto, um grupo de docentes, também pesquisadores, concluiu que, para que ocorresse a inserção da saúde digital, deveriam ser observadas evidências relacionadas com: 1) Infraestrutura e suporte de informática; 2) Desenvolvimento de recursos e estratégias educacionais; 3) Formação docente; 4) Definição de competências em saúde digital, aplicável à graduação do curso de medicina da EBMS e 5) Inserção curricular. Como fonte dos dados para análise, foram utilizados os relatórios de Núcleos relacionados com o Desenvolvimento Tecnológico Institucional, o Núcleo de desenvolvimento de Tecnologias Educacionais (CEDETE), o Núcleo de Educação à Distância (NEAD), Núcleo Institucional de Desenvolvimento Docente (NIDD) e o Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI).

O Projeto Pedagógico do Curso de Medicina PPC, a Matriz Curricular e os relatórios de Núcleo Docente Estruturante (NDE) do curso de medicina da EBMS foram também avaliados na busca de evidências sobre as competências atendidas e as inserções curriculares realizadas. Também foram revistos os temas correlatos nos grupos de pesquisa, as linhas de pesquisa e as pesquisas em Saúde Digital desenvolvidas no Mestrado Profissional em Tecnologias em Saúde da instituição. Os objetivos de cada núcleo e as respectivas evidências mapeadas que proporcionaram o diagnóstico de viabilidade da inserção da tecnologia digital no curso de medicina estão apresentados no quadro 1.

Quadro 1 – Núcleos, objetivos e processo de identificação de evidências no Curso de Medicina da EBMS (Salvador, Bahia)

NÚCLEO	OBJETIVO DO NÚCLEO / DOCUMENTO	BUSCA DE EVIDÊNCIAS
CEDETE	Responsável pelo ambiente virtual de aprendizagem e desenvolvimento de novas estratégias educacionais.	Recursos e estratégias educacionais
NEAD	Construção e monitoramento de recursos para uso da tecnologia digital em ambiente educacional.	
NUTESB	Vinculação com a RUTE e participação em SIGs.	
NTI	Responsável pelo suporte, manutenção e renovação do parque tecnológico digital.	Infraestrutura e suporte de informática
NIDD	Responsável pelo desenvolvimento docente da instituição.	Desenvolvimento docente
NDE	Rever e propor inovações ao curso de graduação, assim como definir as competências a serem alcançadas pelos egressos da graduação.	Definição de competências em saúde digital
PPC	Registro do plano pedagógico do curso de medicina, no qual é possível compreender e monitorar os ajustes curriculares.	Inserção curricular

Fonte: Autoria própria (2024).

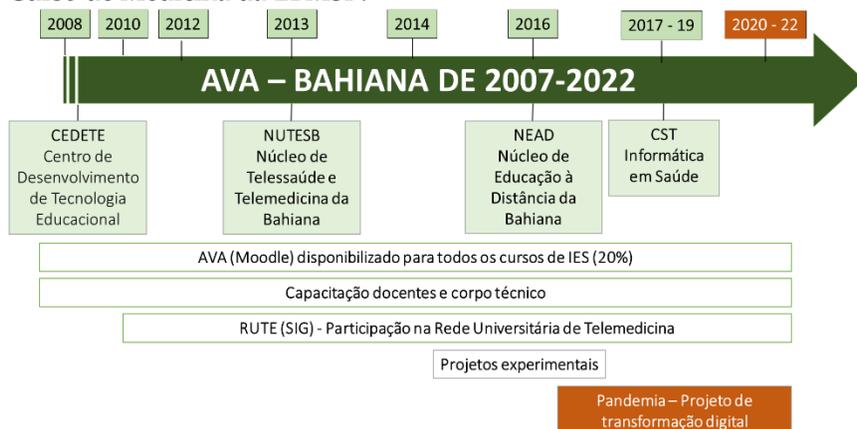
2.2 Resultados

A análise documental, tendo como base os critérios previamente definidos de busca de evidências, permitiu identificar aspectos fundamentais para o entendimento do processo de desenvolvimento institucional na busca pela inserção digital no curso de Medicina. O resultado da busca foi dividido em dois momentos: um de aspecto histórico resgatando o processo de construção para a inserção da tecnologia digital na instituição, incluindo o desenvolvimento docente; outro relacionado à definição e às competências em saúde digital para a inserção gradual de componentes ou atividades consideradas importantes para a formação do médico.

Um breve resgate histórico pode ser verificado na figura 1. No período de 2007 até o ano de 2025, os recursos necessários foram sendo progressivamente atendidos, de acordo com o planejamento e a solicitação dos Núcleos responsáveis. Com o credenciamento Institucional para Educação à Distância e a aprovação do Curso Tecnólogo em Informática em Saúde, novos recursos foram contratados, como simuladores e laboratórios virtuais e unidades de aprendizagem. Os processos de formação docente, que já vinham sendo realizados para o uso das ferramentas digitais, foram incorporados à formação específica em Informática em Saúde em apoio ao curso de Medicina e Tecnólogo em Informática em Saúde.

Ficou evidenciado nos documentos as estratégias que permitiram a transformação digital, em curto espaço de tempo, no momento da pandemia da covid, o que foi muito facilitado pelo fato de a instituição já contar com a infraestrutura e o corpo docente preparado. Nesse período, foi realizada pesquisa situacional do uso dos recursos de EaD nos diversos cursos de graduação da instituição. Dessa forma, foram destacadas as possibilidades pedagógicas para ampliar de 20% para 100% todas as atividades que antes aconteciam de forma presencial para o ensino à distância.

Figura 1 – Linha do tempo relacionada à inserção da tecnologia digital no Curso de Medicina da EBMSP.



Fonte: Autoria própria (2024).

Considerando a necessidade de estruturar os componentes que deveriam ser incluídos no curso de medicina, pôde-se identificar o registro de participação do SIG de Saúde Digital, em 2017, quando a EBMSF ficou responsável pela apresentação do tema “Inclusão da informática biomédica no curso médico – Desafios e possibilidades”. Nessa ocasião, foi aplicado um questionário eletrônico no qual foi perguntado se a instituição participante contava com componente curricular. Dos 9 participantes, representando 5 instituições, apenas 1 delas declarou oferecer componente eletivo abordando esse tema, porém todos concordavam sobre a importância da inclusão de saúde digital no Curso Médico. Naquela ocasião, foi também discutida a necessidade de definição das competências em Saúde Digital para o curso médico e a formação docente como desafios a serem superados.

Nos documentos do NDE do curso de medicina, foi identificada a existência de atividades para garantir o acesso dos estudantes ao ambiente virtual de aprendizagem e a outros recursos complementares de apoio ao estudo, como laboratório virtual e biblioteca digital. O componente curricular denominado “Informática Médica” foi introduzido em 2018, no terceiro semestre do curso, com o objetivo de oferecer ao estudante de medicina elementos básicos de informática, visando a aproximação dos estudantes de medicina a um melhor entendimento dos processos de informática, informações sobre equipamentos, estratégias para mineração de dados e uso de aplicativos como questionários eletrônicos, dentre outros.

Nesse mesmo ano, também foi introduzido, no 4º ano do curso, o componente curricular “Informação em Pesquisa em Saúde” que estimulava a busca bibliográfica e a mineração de dados do DATASUS. Em 2021, teve início no 6º semestre do curso médico o componente “Sistemas de Informação em Saúde”. Nesse mesmo período, foi oferecido para os estudantes do internato o Componente Optativo de “Informática em Saúde”, contemplando os principais temas na área, a saber: Histórico da informática em Saúde; Registro eletrônico da saúde e Prontuário eletrônico;

Noções de interoperabilidade; Telemedicina e Telessaúde, Ética em Saúde Digital e Aplicativos Móveis. Esse componente passou a ser oferecido de forma optativa posteriormente.

Nos documentos do NDE, foi identificado que, em 2023, foi estabelecido um grupo de trabalho com a participação de professores do Tecnólogo de Informática em Saúde e de Medicina, com o propósito de estudar as competências em Saúde Digital, tendo sido utilizadas referências internacionais sobre o tema e documento da SBIS (SBIS-CBIS, 2022). Naquela ocasião, foi reestruturada a Matriz do Tecnólogo em Informática em Saúde e iniciado o estudo para inclusão do módulo de Prontuário Eletrônico no componente de “Clínica Integrada II”, no 6º semestre do curso de Medicina. Esse é o momento em que os estudantes passaram a utilizar o Prontuário Eletrônico para atendimento aos pacientes ambulatoriais, com perspectiva de inclusão do tema “Telemedicina”, no 7º semestre.

Em 2025, também está em fase de planejamento a implantação de segunda opinião do especialista para atender demandas de professores e alunos na atenção primária em internato rural. Esse projeto teve início em 2022, com um piloto realizado em conjunto com o Programa de Residência de Medicina de Família e Comunidade (PRMFC) da EBMS (pós-graduação lato sensu), em que os alunos, durante o estágio de atenção primária, solicitam dúvidas aos especialistas focais docentes dos ambulatórios especializados da instituição com o suporte dos residentes, visando educação permanente. Além disso, também em 2025, está em fase de elaboração uma estrutura do Ambiente Virtual de Aprendizado (AVA), como laboratório de saúde digital, telemedicina e teleeducação no PRMFC, reforçando a trajetória de continuidade e integração do processo de aprendizagem de tecnologias e informática em saúde.

Os resultados da presente pesquisa indicam uma evolução significativa na integração da saúde digital no curso de Medicina da EBMS, em consonância com as demandas contemporâneas da formação médica. Esse processo reflete o compromisso

institucional com a modernização curricular e com a preparação dos futuros médicos para atuarem em um cenário cada vez mais influenciado por tecnologias digitais. Espera-se que o compartilhamento dos resultados deste estudo estimule os coordenadores dos demais cursos da área da saúde da EBMSP, assim como de outras instituições de ensino, a incorporarem a saúde digital em suas respectivas matrizes curriculares, respeitando as especificidades de cada curso.

O resgate histórico evidencia a construção progressiva de uma infraestrutura e a criação de estratégias educacionais que promovem a transformação digital. A implantação de componentes curriculares como “Informática Médica”, “Informação em Pesquisa em Saúde” e “Sistemas de Informação em Saúde” demonstra um esforço consistente para inserir competências relacionadas à mineração de dados, busca bibliográfica e gestão de informações de saúde no âmbito da formação acadêmica.

A formação docente também se destacou como um elemento central para o sucesso da inserção da saúde digital. Iniciativas como o envolvimento do Núcleo Institucional de Desenvolvimento Docente – NIDD na capacitação dos professores e a colaboração com o Tecnólogo em Informática em Saúde garantiram que o corpo docente estivesse preparado para lidar com as demandas do ensino digital. A utilização de ambientes virtuais de aprendizagem, laboratórios virtuais e outras ferramentas tecnológicas reforçam a integração entre os avanços tecnológicos e as práticas pedagógicas.

Outro aspecto relevante é a definição de competências em saúde digital, um desafio que foi abordado de maneira colaborativa e com referências internacionais. A criação de um grupo de trabalho em 2023, envolvendo professores de diversas áreas, possibilitou a reestruturação da matriz curricular e a proposta de incorporação de módulos, como o de Prontuário Eletrônico na “Clínica Integrada II”, visando oferecer aos estudantes uma experiência prática no uso de tecnologias aplicadas à saúde.

A discussão sobre os avanços na saúde digital deve ainda considerar os desafios remanescentes. Apesar dos progressos, a formação docente continuada e a ampliação de conteúdos relacionados à telemedicina e à ética digital são pontos que demandam atenção. A implementação de atividades como a segunda opinião especializada no internato rural, prevista para 2025, aponta para a necessidade de fortalecer ainda mais a integração entre teoria e prática.

Portanto, a trajetória da EBMSP no campo da saúde digital pode ser vista como um modelo a ser replicado em outras instituições. Seu exemplo evidencia que o planejamento estruturado, aliado à formação docente e à definição clara de competências, pode transformar o ensino médico e capacitá-lo para os desafios da contemporaneidade.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção da saúde digital no ensino médico representa uma estratégia essencial para a formação de profissionais preparados para os desafios contemporâneos da saúde. A experiência da EBMSP demonstra que um planejamento estruturado, aliado ao suporte institucional e à capacitação docente, é determinante para a implementação eficaz dessas tecnologias no ensino.

Os avanços alcançados evidenciam um compromisso com a modernização curricular e a qualificação dos futuros médicos. A evolução da infraestrutura, a ampliação de conteúdos em saúde digital e a inclusão de disciplinas voltadas para a telemedicina e a gestão de informações de saúde consolidam um modelo educacional alinhado às demandas da sociedade.

No entanto, desafios persistem. É imprescindível continuar investindo na formação docente continuada, no aprimoramento das estratégias pedagógicas e na expansão de conteúdos voltados à ética e à segurança digital. A implementação de iniciativas como a segunda opinião especializada no internato rural e a utilização de

prontuários eletrônicos desde os primeiros anos do curso são medidas que podem fortalecer ainda mais essa formação.

Portanto, a trajetória da EBMSp na incorporação da saúde digital ao ensino médico pode servir de referência para outras instituições. Seu modelo demonstra que a transformação digital na educação em saúde é um processo viável, sustentável e indispensável para garantir a qualidade da formação dos futuros profissionais da medicina.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, N. de. Metapresencialidade, Saúde Digital e Saúde Coletiva. **Interface**, Botucatu, v. 28, p. e230473, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/interface.230473>. Disponível em: <https://interface.org.br/publicacoes/metapresencialidade-saude-digital-e-saude-coletiva/>. Acesso em: 09 mar.2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS)**. Brasília, 2016. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_nacional_informacao_informatica_saude.pdf. Acesso em: 09 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Estratégia de e-Saúde para o Brasil**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/julho/12/Estrategia-e-saude-para-o-Brasil.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2025.

CÉSAR, M. **Análise documental aplicada à educação**. Teresina: Editora Acadêmica, 2020.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA (CFM). **Resolução CFM nº 2.227/2019**. Define e disciplina a telemedicina como forma de prestação de serviços médicos mediados por tecnologias. Brasília, 2019. Disponível em: <https://portal.cfm.org.br>. Acesso em: 09 mar. 2025.

FIGUEIREDO, J. F. M. *et al.* Competências em informática em saúde para profissionais da atenção primária à saúde: revisão integrativa. **Journal of Health Informatics**, v. 12, n. 4, p. 118–124, 2020.

Disponível em: <https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/44vu7>. Acesso em: 22 abr. 2025.

HADDAD A. E.; LIMA N. T. Saúde Digital no Sistema Único de Saúde (SUS). **Interface**, Botucatu, v. 28, p. e230597, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/interface.230597>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/icse/a/nZkyh3JK8dNkZMkxcPjg9gm/?lang=pt>. Acesso em: 09 mar. 2025.

MUSSI, R. F. F.; FLORES, F. F.; ALMEIDA, C. B. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021. DOI: 10.22481/praxisedu.v17i48.9010. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/9010>. Acesso em: 10 out. 2023.

OLIVEIRA, L. R. de; PISA, I. T. Ensino da Informática Biomédica nas graduações em medicina no Brasil: diagnóstico situacional. **Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais**, Fortaleza, v. 4, n. 1, p. 17-27, jan./ago. 2019. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/resdite/index>. Acesso em: 15 nov. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Diretrizes sobre intervenções de saúde digital: recomendações baseadas em evidências para sistemas de saúde**. Genebra: OMS, 2019. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/17-4-2019-oms-divulga-primeira-diretriz-sobre-intervencoes-saude-digital>. Acesso em: 22 abr. 2025

SBIS-CBIS. **Competências em Saúde Digital: resultados da primeira oficina promovida pela**. 2022. Disponível em: https://sbis.org.br/wp-content/uploads/2024/10/Compilacao-dos-resultados-da-Oficina-Competencias-assinado_final.pdf. Acesso em: 22 abr. 2025.

APLICAÇÃO DE JOGOS E DINÂMICAS EM UM HOSPITAL OBSTÉTRICO PARA TREINAMENTO DA METODOLOGIA *LEAN HEALTHCARE*

GUIMARÃES, Camille Pereira¹; LIMA, Luciane Oliveira¹;
PIMENTEL, Cristiane Agra²

¹ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

² Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais. Universidade
Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

E-mail: camilleguimaraes@aluno.ufrb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Segundo Bastos (2024), o cenário brasileiro marcado por deficiências na gestão da saúde aponta o *Lean Healthcare* como uma solução promissora. Adaptado da filosofia *Lean Manufacturing*, o *Healthcare* busca aprimorar tanto a qualidade do atendimento quanto à segurança do paciente. No entanto, para a implementação da metodologia na área da saúde ser bem-sucedida, a capacitação e o treinamento dos profissionais da saúde é fundamental.

Tradicionalmente, esses treinamentos ocorrem de forma monótona e cansativa, apresentando dificuldades no engajamento dos profissionais devido às suas intensas rotinas de trabalho, e, com isso, o desenvolvimento da aprendizagem e de algumas habilidades é inalcançável (Bastos, 2024). Para Teixeira (2024), a introdução de metodologias ativas como métodos didáticos pode gerar um perfil mais inovador e reflexivo aos profissionais da saúde.

A utilização de formas lúdicas pode favorecer o processo de ensino-aprendizagem e o desenvolvimento humano. Nos treinamentos e capacitações dos profissionais da área de saúde, existem diversos desafios, um deles é a desmotivação deles devido

à intensa rotina na qual estão inseridos. Assim, o uso de jogos e dinâmicas interativas na saúde é um método de romper com as formas de ensino tradicionais, propondo uma melhoria na forma como os profissionais da saúde absorvem o conhecimento (Azevedo, 2024). Segundo Gratek, Ribeiro e Padilha (2023), o indivíduo consegue desenvolver melhor as suas habilidades, além do mais tem maior poder em relação às tomadas de decisões com a utilização de jogos no processo de aprendizagem.

O uso de jogos e dinâmicas na área da saúde para estimular a aprendizagem da metodologia *Lean Healthcare* é uma forma de fácil absorção de conhecimento e maior interesse de participação da equipe. Um exemplo disso é o estudo de Gonçalves (2024) que utiliza a gamificação por meio de um jogo de tabuleiro utilizando recursos de acessibilidade para ensino do *Lean Healthcare* para formação de profissionais da saúde. Essa abordagem facilita a assimilação dos conceitos e contribui com a aplicação da melhoria contínua nos processos dos serviços de saúde.

Este estudo visa demonstrar a importância e a relevância do uso de jogos e dinâmicas para estimular o aprendizado do *Lean Healthcare*. Buscando transmitir de forma compreensível novos conhecimentos e desenvolvimento de habilidades que possam garantir atendimento de qualidade, além de proporcionar maior segurança para as pacientes.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Método

O presente trabalho foi baseado em um estudo de caso utilizando pesquisa descritiva e exploratória. Para Gil (2010), o estudo de caso é definido pela busca do conhecimento científico através do detalhamento de dados e pessoas de uma amostra, adquirindo informações sobre o grupo. Desse modo, realizou-se um estudo de caso da aplicação de jogos e dinâmicas na

disseminação do conhecimento do *Lean Healthcare* para a equipe multifuncional de um hospital obstétrico.

O trabalho teve realização entre novembro de 2023 e fevereiro de 2024, com toda a equipe da farmácia central, farmácia satélite e do laboratório de um hospital obstétrico localizado na cidade de Feira de Santana, no estado da Bahia. Assim, com a utilização de jogos e dinâmicas, foi realizado o treinamento do conceito de perdas e desperdícios, da ferramenta 5s e da cadeia de suprimentos hospitalares com 10 colaboradores da farmácia central e 7 da farmácia satélite, dentre eles, farmacêuticos, plantonistas, coordenadores e administradores. No laboratório, foi realizado o uso de uma dinâmica de organização para o treinamento do programa 5s com 8 técnicas de laboratório. Além disso, por conta da escala de trabalho com troca de turno dos colaboradores, o treinamento era realizado em mais de um momento, para que assim o conhecimento pudesse alcançar toda a equipe.

2.2 Resultados

2.2.1 Farmácia central e farmácia satélite

Nas farmácias central e satélite, foram aplicados os jogos da roleta e do tabuleiro. O jogo da roleta contém perguntas e respostas referentes à cadeia de suprimento, divididas em 3 áreas do setor hospitalar (farmácia central, farmácia satélite e almoxarifado) e 1 de conhecimentos gerais. A dinâmica foi útil para os colaboradores adquirirem conhecimento da funcionalidade e da importância que tem a distribuição de medicamentos, passando a ter maior noção, por exemplo, de como fazer pedidos de medicamentos corretamente, como realizar a conferência do recebimento de pedidos e como funciona a comunicação entre a farmácia e outros setores.

Já o jogo de tabuleiro tem o foco de passar conhecimentos referentes aos tipos de desperdícios e os impactos destes dentro do hospital, bem como oportunizar que os funcionários da instituição entendam a sua responsabilidade e a importância da sua

contribuição para que mudanças possam acontecer. Esse jogo tem as características dos jogos de tabuleiro, sendo realizado através do lançamento de dados, dando a possibilidade de mover-se de acordo com a quantidade de pontos marcados no dado. Assim, durante a execução do jogo, na casa em que foi direcionado o pino do jogador, era necessário responder perguntas referentes a algum desperdício que pudesse ser identificado dentro do hospital. Mas, antes de começar o jogo, foi explicado o que eram desperdícios e seus impactos dentro da organização, além de citar quais os tipos e as suas características. O jogo da roleta e o jogo do tabuleiro podem ser entendidos através da figura 1, a seguir.

Figura 1 — Aplicação do jogo de tabuleiro



Fonte: Autoria própria (2024).

2.2.2 Laboratório

O laboratório de exames é a parte do hospital em que se tem grande fluxo de trabalho e movimentação, e, conseqüentemente,

onde se demanda muita organização. Então, foi aplicada uma dinâmica que contou com a organização da maleta de coleta, a qual contém os materiais necessários para que as técnicas de laboratório colem o sangue dos pacientes internados. Assim, foi realizada primeiramente a organização sem aplicação do programa 5s e, após entender como funciona a metodologia, foi feita a organização com a ferramenta aplicada. Dessa maneira, na primeira etapa, foi dado o tempo de 1 minuto e os colaboradores do laboratório não conseguiram finalizar toda a atividade no tempo determinado, por conta da grande desorganização que existia entre os materiais. Já após a aplicação progressiva dos sentidos, os colaboradores conseguiram terminar a dinâmica num tempo bem menor que o estipulado, havendo ganhos de tempo e de organização, conforme demonstrado na figura 2.

Figura 2 — Treinamento 5s



Fonte: Autoria própria (2024).

2.3 Discussão

O estudo realizado sobre a aplicação de jogos educativos para a capacitação de agentes comunitários de saúde destaca que a

aplicação dos jogos favoreceu a interação entre os colaboradores e participantes, possibilitou o desenvolvimento de habilidades de comunicação e favoreceu a dinâmica do trabalho em equipe, além de passar conhecimentos sobre situações importantes da área de saúde (Andrade *et al.*, 2008). Uma revisão integrativa sobre gamificação como recurso educacional na saúde conclui que a aplicação de jogos possibilita o desenvolvimento cognitivo, por meio da absorção de informações, ajudando no desenvolvimento de habilidades (Possolli; Marchiorato; do Nascimento, 2020). Desta forma, compreende-se que o uso de dinâmicas e jogos para capacitação para os funcionários e para melhorias na cultura organizacional pode ter resultados bastante relevantes para a instituição, bem como para o desenvolvimento pessoal dos colaboradores.

O uso de jogos e dinâmicas na capacitação de profissionais da saúde é uma inovação para o meio, a exemplo da criação e do desenvolvimento de um jogo de cartas para aprendizagem das ferramentas do *Lean*, em que esse método pode potencializar o conhecimento no *Lean Healthcare* (de Araújo, 2023). Outro exemplo é descrito por Braga (2019), com a elaboração e a aplicação de um jogo com base no *software* de simulação no ensino dos conceitos de produção enxuta, obtendo o resultado de 90% de satisfação no entendimento do *Lean*. Ademais, Santana (2023) cita a aplicação de uma dinâmica que abordava a padronização dos processos, tendo resultado satisfatório e inovador para estudantes de engenharia de produção.

Diante desses estudos, relacionando-os com o trabalho apresentado neste capítulo, a aplicação dos jogos no treinamento de *Lean Healthcare*, no hospital em questão, potencializou o aprendizado e a implementação dos conceitos de produção enxuta na área da saúde. Esse modo de abordagem garantiu o aprendizado mais atrativo para os profissionais da saúde, demonstrando de forma prática a aplicabilidade das estratégias *Lean*, além de manter a rotatividade do trabalho sem interromper os atendimentos realizados (Bastos, 2024). Assim, podendo melhorar o ambiente de trabalho, a eficiência operacional, além de otimizar a qualidade dos

serviços de saúde, fazendo uso consciente de recursos e proporcionando resultados positivos para as pacientes e toda a equipe de assistência (de Araújo, 2023).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As metodologias lúdicas como forma de ensino na disseminação do conhecimento são essenciais e têm sido cada vez mais utilizadas por educadores em todas as áreas do conhecimento, mas no ensino de profissionais da saúde ainda não são muito denotadas. Quando se trata de hospital e rotinas médicas, esses jogos e dinâmicas utilizados facilitam a interação e a participação desses profissionais. Conclui-se que esse método de treinamento teve maior aderência dos profissionais que participaram, além de maior compreensão sobre a metodologia *Lean Healthcare*, podendo, assim, proporcionar melhor atendimento aos pacientes, uma vez que estão capacitados. Desse modo, alcançando o objetivo inicial do estudo, trata-se de um método que pode ser replicado por outras instituições de saúde quando se refere a treinamentos da metodologia.

Na área acadêmica, como principal ganho, os jogos e as dinâmicas aprimoram o processo de ensino, desenvolvem a comunicação e proporcionam uma compreensão prática dos conceitos abordados. Além disso, para a sociedade, o uso dessas metodologias favorece o trabalho em equipe, essencial dentro do ambiente da saúde. Assim, o uso de jogos e dinâmicas contribui para a capacitação dos profissionais da saúde de forma eficaz e eficiente, garantindo que o ensino e a implementação do *Lean Healthcare* sejam alcançados com sucesso e, conseqüentemente, sejam atingidos ganhos operacionais, haja melhoria contínua, maior segurança ao paciente e redução de custos dentro da gestão da instituição de saúde, contribuindo para a excelência no atendimento dos pacientes e na redução da superlotação.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. D. *et al.* Jogo educativo: capacitação de agentes comunitários de saúde sobre doenças respiratórias infantis. **Acta paulista de enfermagem**, v. 21, n. 3, p. 444-448, 2008. DOI: 10.1590/S0103-21002008000300010. Disponível em: <https://actaape.org/en/article/educational-games-training-of-community-healthcare-agents-on-childrens-respiratory-diseases/>. Acesso em: 23 ago. 2024.
- AZEVEDO, M. M. *et al.* Metodologias de ensino para a formação de profissionais da saúde: revisão integrativa da literatura. **Saberes Plurais Educação na Saúde**, v. 8, n. 1, p. e136954, 2024. DOI: 10.54909/sp.v8i1.136954. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/saberesplurais/article/view/136954>. Acesso em: 30 ago. 2024
- BASTOS, W. *et al.* Melhorias no centro obstétrico de um hospital público: estudo de caso do uso de ferramentas do Lean Healthcare. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 10, n. 2, p. 182–195, 7 maio 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/44242>. Acesso em: 23 ago. 2024.
- BRAGA, L. de A. **Desenvolvimento de um jogo de ensino utilizando a simulação computacional e a aprendizagem baseada em problemas: uma aplicação no contexto do Lean Manufacturing**. 2019. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- DE ARAUJO, A. C. B. *et al.* Jogo das ferramentas lean: um jogo para o ensino do lean healthcare. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 42, 2023. Disponível em: <https://revista.abenge.org.br/index.php/abenge/article/view/2082>. Acesso em: 25 abr. 2025.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.
- GONÇALVES, M. C. S. *et al.* Desenvolvimento de um jogo com recurso de acessibilidade para o ensino de lean healthcare. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 10, n. 2, p. 421-432, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47456/bjpe.v10i2.44503>.

Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/44503>. Acesso em: 15 abr. 2025.

GRATEK, M. R. S.; RIBEIRO, J. D.; PADILHA, M. V. da S. Uso de metodologias ativas de aprendizagem em cursos da área de saúde: uma revisão integrativa da literatura. **RevistaFT**, v. 27, ed. 123, 2023. DOI: 10.5281/zenodo.8040334. Disponível em: <https://revistaft.com.br/uso-de-metodologias-ativas-de-aprendizagem-em-cursos-da-area-de-saude-uma-revisao-integrativa-da-literatura/>.

Acesso em: 20 abr. 2025.

POSSOLLI, G. E.; MARCHIORATO, A. L.; NASCIMENTO, G. L. Gamificação como recurso educacional na área da saúde: uma revisão integrativa. *Educ Tecnol*, v. 23, n. 3, p. 1-17, 2020. DOI: 1029327/2475093.24.1. Disponível em: <https://www.periodicos.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/783>.

SANTANA, E. B. *et al.* Aprendizagem ativa: desenvolvimento de um jogo didático para compreender e aplicar a ferramenta de padronização. **Revista Produção Online**, v. 23, n. 1, p. 4961-4961, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i1.4961>. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4961>. Acesso em: 20 abr. 2025.

TEIXEIRA, C. P. *et al.* Contribuições de metodologias ativas problematizadoras na formação em saúde: uma revisão integrativa. **Revista Portal: Saúde e Sociedade**, v. 9, n. Especial, 2024. DOI: <https://doi.org/10.28998/rpss.e02409005esp>. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/nuspfamed/article/view/16957>. Acesso em: 15 abr. 2025.

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE TECNOLOGIAS EM SAÚDE: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NO EMPREENDEDORISMO E NA INOVAÇÃO

ACCIOLY, Soraia Tatiane Almeida¹; MATOS, Marcos Almeida²

¹ Mestre em Tecnologias em Saúde, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP). Hospital Santa Izabel

² Doutor em Ciências do Sistema Musculoesquelético, Universidade de São Paulo (USP). Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

E-mail: accioly.soraia@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por soluções eficazes e sustentáveis em saúde impulsiona a necessidade de análises mais precisas sobre os custos e os impactos das tecnologias em uso ou em fase de incorporação. Nesse contexto, a avaliação econômica de tecnologias em saúde emerge como ferramenta essencial para orientar decisões em sistemas de saúde públicos e privados, especialmente em cenários de restrição orçamentária. A escassez de recursos financeiros, físicos e humanos torna urgente a identificação de alternativas que maximizem os resultados clínicos e a qualidade de vida dos pacientes com base em custos racionalizados.

Os estudos de avaliação econômica em saúde são adotados com o intuito de incorporar o fator custo nas decisões sobre novas tecnologias. Essa análise é, fundamentalmente, comparativa e considera os custos e desfechos em saúde ao longo de um determinado horizonte temporal. A escolha da perspectiva da análise — seja do prestador de serviços, do sistema de saúde ou da

sociedade — influencia diretamente a identificação, a mensuração e a valoração dos custos envolvidos (Silva; Silva; Pereira, 2016).

As avaliações econômicas são técnicas formais que possibilitam a comparação entre intervenções distintas com base em seus custos e consequências. Em cenários de limitação de recursos e definição de prioridades, tais estudos oferecem suporte decisório estratégico para a alocação de recursos e a incorporação de tecnologias (Brasil, 2019). Entre os métodos utilizados, a análise de custo-efetividade destaca-se como a mais indicada para comparar alternativas terapêuticas, diagnósticas ou preventivas. Isso se deve à sua capacidade de integrar benefícios clínicos com os custos associados, fornecendo evidências científicas para subsidiar a tomada de decisão e apoiar diretrizes clínicas no Sistema Único de Saúde (SUS) (Moraz *et al.*, 2015). A análise de custos compreende a identificação, a quantificação e a valoração de todos os recursos consumidos nos cuidados em saúde. Esse processo segue princípios da economia do bem-estar social, considerando os impactos das decisões sobre o bem-estar coletivo (Brasil, 2019).

O presente capítulo aborda os fundamentos da avaliação econômica em saúde, suas aplicações no contexto do empreendedorismo e inovação e os desafios enfrentados pelo Sistema Único de Saúde (SUS), com ênfase na gestão da escoliose idiopática do adolescente (EIA).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Relevância dos estudos de avaliação econômica na gestão e sustentabilidade dos sistemas de saúde

Em análises econômicas, os custos são classificados em diretos, indiretos e intangíveis. Os custos diretos se referem a todos os recursos que são consumidos durante o tratamento ou intervenção e podem ser: custos médicos (diárias hospitalares, honorários médicos, medicamentos e exames diagnósticos) ou custos não médicos (transporte para a unidade de saúde, compra de

medicamentos não fornecidos, adaptações domiciliares e em veículos, despesas com cuidadores e demais despesas relacionadas diretamente à condição de saúde). Os custos indiretos são relacionados às consequências do estado de doença ou da intervenção em saúde, como perda de produtividade econômica em decorrência da ausência no trabalho ou da queda de rendimento. Já os custos intangíveis representam a alteração na qualidade de vida do indivíduo e as consequências da doença em si (Brasil, 2019).

Os estudos de avaliação econômica auxiliam na alocação eficiente de recursos e contribuem para a sustentabilidade dos sistemas de saúde, justificando sua relevância na gestão de novas tecnologias. A avaliação econômica engloba quatro tipos de estudo ou técnicas: I) custo-efetividade; II) custo-utilidade; III) custo-benefício; e IV) custo-minimização. De modo geral, o que os diferencia é a forma de mensurar os desfechos em saúde (Silva; Silva; Pereira, 2016).

Para caracterizar se um estudo de avaliação econômica é parcial ou total (também conhecida como completa), considera-se o tipo de análise e o alcance da avaliação em relação aos custos e aos efeitos das intervenções em saúde. Pode ser: 1) Avaliação Econômica Parcial: foca apenas em uma dimensão da avaliação, geralmente comparando custos ou efeitos, sem integrar ambos de forma completa. São tipos comuns: estudos de custo, que analisam exclusivamente os custos de uma intervenção, como análise de custo direto ou custo de doença; e estudos de eficácia, que avaliam apenas os efeitos ou a eficácia clínica, mas sem associar explicitamente aos custos. A limitação da avaliação parcial é que não oferece uma visão completa do custo-benefício de uma intervenção, pois deixa de considerar simultaneamente os custos e os efeitos. Ou, 2) Avaliação Econômica Total ou Completa: compara de forma abrangente os custos e os efeitos de duas ou mais intervenções de saúde, integrando ambos em uma análise única. São tipos comuns: análise de custo-efetividade (ACE), que compara o custo de intervenções em relação aos seus efeitos, usando uma

medida clínica específica, como anos de vida salvos; análise de custo-utilidade (ACU), que considera tanto os custos quanto a qualidade de vida associada aos efeitos, usando medidas como QALY (anos de vida ajustados pela qualidade); e análise de custo-benefício (ACB), que converte os efeitos em termos monetários, permitindo uma análise custo-benefício direta. Como benefício, o uso da avaliação total oferece uma visão completa, considerando tanto custos quanto benefícios, e possibilita a comparação de diferentes intervenções em uma base comum (Brasil, 2014).

Como exemplo prático, estudos sobre o tratamento cirúrgico da escoliose idiopática do adolescente (EIA) indicam que, para curvaturas acima de 50 graus, o procedimento cirúrgico se mostra preferível ao tratamento conservador em análises de custo-utilidade (Jain, 2019). Pesquisas recentes investigam os principais determinantes de custo nesse tipo de cirurgia e os desfechos clínicos associados, destacando que os custos hospitalares elevados são atribuídos, em grande parte, aos implantes utilizados e à mão de obra especializada. Essas evidências revelam pontos críticos para a formulação de medidas que tornem o procedimento mais eficiente economicamente (Bozzio, 2019).

2.2 Análise de custo-efetividade: comparação de custos e desfechos clínicos nas alternativas de tratamento

A avaliação de custo-efetividade é um processo que visa determinar, de forma sistemática e objetiva, a relação entre os custos e os benefícios decorrentes de intervenções preventivas. Os estudos de custo-efetividade também podem ser entendidos como um instrumento de análise de valor das intervenções em saúde, uma vez que o método busca preencher uma lacuna existente entre as preferências e a ciência. De um lado, encontra-se a subjetividade da preferência que o indivíduo ou a sociedade apresenta diante de duas opções excludentes entre si. De outro, encontra-se a objetividade e a reprodutibilidade da ciência, considerando que o custo de uma nova tecnologia precisa ser gerenciado. Na avaliação

de custo-efetividade, os custos são confrontados com os desfechos clínicos na intenção de entender o impacto de diferentes alternativas, identificando aquelas com melhores efeitos do tratamento, em geral, em troca de um custo menor. A razão de custo-efetividade, uma das etapas para determinar se um programa ou tratamento deve ser implementado ou não, é definida como a diferença entre o custo de duas intervenções dividido pela diferença entre as suas consequências em termos de saúde (efetividade) (Moraz, 2015).

Outro conceito traz a análise de custo-efetividade (ACE) como um tipo de estudo econômico que apresenta como resultado o custo por uma medida de desfecho da prática clínica; exemplos clássicos são anos de sobrevida ou eventos finalísticos evitados (Ribeiro *et al.*, 2016). Os custos são monetários e os desfechos são anos de vida ganhos, dias de incapacidade evitados, o que traz como vantagem a utilização de desfechos concretos da prática clínica (Silva; Silva; Pereira, 2016).

A relação entre custo-efetividade e qualidade de vida foi observada em estudo retrospectivo unicêntrico com pacientes submetidos à cirurgia primária para escoliose idiopática do adolescente (EIA). A análise revelou que o tratamento cirúrgico é custo-efetivo após um período de 10 anos, considerando a deterioração prevista na qualidade de vida relacionada à saúde (QVRS) pré-operatória. Essa evidência reflete a durabilidade da cirurgia frente ao valor investido, sendo que a razão de custo-efetividade incremental (ICER) ultrapassa o limite superior proposto pela Organização Mundial da Saúde — três vezes o PIB per capita (McCarthy *et al.*, 2014).

2.3 Análise de custo-utilidade: avaliação de intervenções em saúde com base no qaly no contexto do SUS

As análises de custo-utilidade (ACU) utilizam como desfecho os “anos de vida ajustados pela qualidade” (QALY, *quality-adjusted life years*), obtidos por meio de índices de utilidade de estados de

saúde (*utilities*), que ponderam os anos de sobrevivência de acordo com a qualidade de vida. A principal vantagem dessa técnica é possibilitar a comparação entre intervenções de diferentes áreas, tornando-a a metodologia preferencial em estudos conduzidos sob a perspectiva do Sistema Único de Saúde (SUS) (Ribeiro *et al.*, 2016).

Com base em uma análise de custo-utilidade, um gestor pode avaliar, por exemplo, se um programa de tratamento para hipertensão arterial é mais ou menos efetivo do que a implementação de um novo teste diagnóstico para doenças sexualmente transmissíveis (DST). Para esse tipo de análise, é essencial observar cuidadosamente a fonte dos índices de utilidade utilizados. Idealmente, dentro de um mesmo modelo, deve-se priorizar utilidades calculadas com o mesmo método e com dados validados nacionalmente (Brasil, 2014).

2.4 Análise de custo-benefício: avaliação econômica com base em valor monetário e indicadores de rentabilidade

As análises de custo-benefício (ACB) convertem o eixo de consequências em valor monetário. A maneira mais usual de apresentar o resultado é o “valor líquido atual” (*net present value* – NPV) obtido subtraindo-se o custo total em valor presente do benefício total em valor presente. Assim como nas demais análises econômicas, é essencial considerar a aplicação de uma taxa de desconto para estimar os custos e ganhos futuros. Esse cálculo permite apresentar a economia líquida gerada pela adoção de determinada tecnologia: valores positivos indicam benefício à sociedade, enquanto valores negativos sugerem desperdício de recursos.

Outras formas de apresentar os resultados incluem a razão de custo-benefício (*cost-benefit ratio* – CBR), indicador adimensional, em que valores acima de um indicam benefício e abaixo de um indicam prejuízo; e a taxa interna de retorno (*internal rate of return* – IRR), que corresponde à taxa de desconto na qual os benefícios presentes se igualam aos custos presentes (Brasil, 2014).

As análises de custo-benefício seriam, teoricamente, as mais indicadas, pois permitem comparações entre intervenções tanto na saúde quanto em outras áreas, como segurança pública ou educação. Por exemplo, um programa de tratamento para hipertensão pode ser comparado a investimentos em policiamento comunitário ou à construção de escolas. No entanto, a principal limitação da ACB está na dificuldade de atribuir valor monetário a eventos de saúde, longevidade e qualidade de vida. Embora existam métodos como o do capital humano ou da disposição a pagar, todos apresentam limitações e envolvem controvérsias éticas relevantes. Quando utilizada, essa abordagem deve explicitar o método de valoração adotado, os valores monetários obtidos, e ainda aplicar uma análise de sensibilidade para estimar as variações possíveis nos resultados (Brasil, 2014).

2.5 Limitações da análise de custo-minimização na comparação de tecnologias em saúde

Estudos de custo-minimização são indicados em contextos nos quais os efeitos das tecnologias comparadas sobre a saúde são considerados similares, e outros parâmetros, como efeitos adversos leves ou método de uso, não devem impactar significativamente a qualidade de vida dos usuários. Essa avaliação econômica tem como objetivo comparar exclusivamente os custos de duas ou mais tecnologias que apresentem efetividade equivalente (Brasil, 2014).

Nessa abordagem, assume-se a equivalência entre as intervenções e, portanto, a análise limita-se à comparação entre os custos. No entanto, o pressuposto de igualdade pode ser questionado: mesmo que ensaios clínicos demonstrem eficácia semelhante entre duas opções terapêuticas, pode haver diferenças relevantes em termos de perfil de efeitos adversos ou facilidade de uso. Esses fatores podem afetar a qualidade de vida dos pacientes e, por consequência, influenciar os resultados se avaliados sob a ótica da análise de custo-utilidade.

Apesar dessas limitações, é possível argumentar que, em certas circunstâncias, pequenas variações na forma de administração — como tomar um medicamento uma vez ou três vezes ao dia — não são suficientes para alterar significativamente a qualidade de vida. Nessas situações, o estudo de custo-minimização se mostra adequado para orientar decisões baseadas no menor custo entre intervenções equivalentes (Brasil, 2014).

2.6 Desafios na gestão do tratamento de Escoliose Idiopática do Adolescente (EIA) no SUS: custos, demanda e listas de espera

Tomando-se como exemplo a EIA, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), a gestão do tratamento das deformidades em coluna vertebral é orientada pelas diretrizes do Conselho Nacional de Secretários de Saúde (CONASS). Os pacientes que necessitam de tratamento especializado são encaminhados pelas redes do sistema de saúde para centros de referência credenciados para atendimento de alta complexidade. Nesses centros, os pacientes são avaliados em serviços de atenção terciária e entram em listas de espera para a realização do tratamento cirúrgico (Bressan, 2016). Nos principais hospitais brasileiros de referência, a fila por cirurgia para correção da escoliose idiopática do adolescente cresce anualmente, com estimativas de aumento de aproximadamente 800 novos casos por ano (Montovani, 2009; Lima Jr.; Avanzi, 2008; Carneiro, 2012). O custo estimado por cirurgia gira em torno de R\$ 35.000,00 por procedimento hospitalar, sendo que o SUS cobre menos de 25% desse valor (Montovani, 2009; Lima Jr.; Avanzi, 2008; Carneiro, 2012). Embora não existam dados oficiais consolidados sobre o tempo médio de espera, é possível inferir que a fila tenha crescido exponencialmente nos últimos anos. Além do alto custo e da elevada demanda, diversos fatores agravam o represamento das cirurgias: escassez de tecnologia adequada, carência de leitos hospitalares e ausência de incorporação de instrumentais modernos (Montovani, 2009; Lima Jr.; Avanzi, 2008; Carneiro, 2012).

A permanência em listas de espera sem critérios objetivos pode levar à progressão da deformidade, aumentando a complexidade do tratamento e resultando em piores desfechos clínicos. A sobrecarga no sistema evidencia a necessidade de estratégias de gestão que conciliem critérios de priorização com a capacidade instalada, reduzindo o tempo de espera e promovendo melhores resultados clínicos e econômicos. O desafio é encontrar soluções que reduzam o custo para o sistema público de saúde e, ao mesmo tempo, ampliem o acesso ao tratamento cirúrgico, garantindo qualidade de vida para os pacientes e sustentabilidade ao SUS.

2.7 Análise de custos no programa de EIA: comparação entre pagamentos do SUS e custos reais de procedimentos

O programa de EIA de um hospital privado da cidade de Salvador realiza pagamentos fixos para honorários médicos, OPME (órtese, prótese e material especial) e despesas hospitalares, contratados diretamente pela gestão pública estadual. Esses pagamentos foram confrontados com os custos reais observados, com exceção dos honorários médicos, cujo valor se manteve constante. Com base nessa comparação, foi estimado um lucro médio de R\$ 28.107,79 por procedimento, considerando a diferença entre os valores pagos e os custos reais.

Quando comparados aos valores pagos pelo Sistema Único de Saúde (SUS), os serviços profissionais são remunerados em níveis 24,4 vezes inferiores, os serviços hospitalares são pagos em valores 25,6 vezes menores e o valor total pago pelo SUS para a realização da EIA é 44,8 vezes menor que os custos reais para a realização dos procedimentos.

Tabela 1 – Custos médios da cirurgia de escoliose idiopática do adolescente no programa e pela tabela SUS

Itens	Programa EIA	Tabela SUS
Honorários médicos	R\$ 26.470,17	R\$ 1.002,24
OPME	R\$ 50.032,14 ($\pm 6.989,73$)	-
Despesas hospitalares	R\$ 41.916,17 ($\pm 10.621,52$)	R\$ 1.638,49
Total	R\$ 118.418,48 ($\pm 7.838,97$)	R\$ 2.640,13

Fonte: Tabela SIGTAP e Programa EIA de hospital privado (2021).

A análise de sensibilidade, realizada pelo método de Monte Carlo com base nas variações reais dos custos frente aos valores pagos pelo programa, demonstrou que os custos de OPME não resultaram em probabilidade de prejuízo maior que 5%; apenas a variação dos custos hospitalares atinge probabilidade de prejuízo menor que 25% e, mesmo assim, a probabilidade de prejuízo no custo total foi menor que 3%. Quando utilizadas variações hipotéticas muito menores ou muito maiores que os valores pagos pelo programa, nota-se que os custos de OPME tornaram-se um grande risco, mas os custos hospitalares mantiveram risco baixo e os honorários profissionais continuaram com risco muito baixo.

Os valores pagos pelo Sistema Único de Saúde para a realização de cirurgias de escoliose idiopática do adolescente são cerca de 25 vezes menores do que os custos reais de um programa voltado para diminuir a fila de pacientes em espera para o procedimento operatório. A fixação de valores pré-determinados para pagamento de serviços profissionais e de OPME demonstrou baixo risco (menor que 5% de probabilidade de prejuízo) em relação aos custos reais da cirurgia, mas os valores fixados pelo programa para os custos hospitalares evidenciaram riscos moderados de prejuízo. O OPME foi o item que mostrou maior variação de custo real (desvio padrão de 138,8%) e foi o único item que ofereceu alto risco de prejuízo em caso de grandes variações. Tais dados reforçam a necessidade de ajuste na precificação, sobretudo dos itens com maior variação, como o OPME.

O subfinanciamento por parte do SUS para cirurgias da EIA é evidente. Apesar da existência de critérios de custo-efetividade, a resposta institucional à incorporação de novas tecnologias permanece limitada por restrições orçamentárias. Esse cenário reforça o papel crítico da avaliação econômica no planejamento e na negociação de valores para programas destinados à redução de filas de espera e à melhoria dos desfechos clínicos no sistema público de saúde.

A análise de sensibilidade pelo método de Monte Carlo apontou baixo risco de prejuízo em relação aos custos totais. No entanto, a variação dos custos hospitalares apresentou risco moderado, enquanto os custos de OPME mostraram alta variabilidade e risco elevado. A discrepância entre custos reais e valores pagos compromete a realização do procedimento, impactando o andamento das filas, a qualidade de vida dos pacientes e a eficiência do sistema. O subfinanciamento gera judicializações, sobrecarregando ainda mais as contas públicas.

2.8 Regulação e incorporação de tecnologias em saúde: lições internacionais para o Brasil

A partir das experiências internacionais de Austrália, Reino Unido e Canadá em comparação com a do Brasil se percebe que as tecnologias em saúde são bastante reguladas, principalmente na fase inicial de seu ciclo de vida, entretanto, é preciso que, no Brasil, haja maior eficiência nesse processo para que os serviços de saúde atuem com maior qualidade visando à melhoria da saúde da população. Nota-se que, nos três países internacionais, as tecnologias em saúde só conseguem entrar efetivamente no mercado após a incorporação pelo setor público de saúde. Essa vinculação se explica pelo grande gasto do governo em saúde, que é a maior parte do gasto total em saúde desses países. No Brasil, o gasto do governo em saúde representa pouco menos da metade do gasto total em saúde, ou seja, a maior parte dos gastos é feita pela própria população e pelo setor privado. Na realidade, a avaliação e a incorporação de tecnologias ocorrem três vezes para três

públicos: setor privado (entendido como população em geral e empresas privadas), setor público (SUS) e saúde suplementar (operadoras de planos de saúde) (Santos, 2010).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

3.1 A importância da precificação adequada e da avaliação econômica na cirurgia da EIA

A avaliação econômica de tecnologias em saúde é uma ferramenta indispensável para a gestão racional dos recursos e a promoção da equidade. No contexto do empreendedorismo e da inovação, ela permite decisões mais conscientes, seguras e sustentáveis. A experiência com a EIA destaca a necessidade de aprimorar a precificação de procedimentos, gestão de filas e incorporação tecnológica. É fundamental considerar os custos diretos, os indiretos e os intangíveis, bem como os impactos sociais da doença. Avançar rumo a um modelo de saúde mais integrado e baseado em evidências é imperativo para garantir um sistema de saúde mais eficiente, justo e sustentável.

Recomenda-se uma análise mais criteriosa da precificação do procedimento cirúrgico por níveis fundidos na coluna e uma remuneração por quanto custa cada nível, podendo associar o grau de deformidade e níveis necessários de abordagem cirúrgica à condição de desfecho clínico do paciente, os prejuízos com o tempo de espera na fila e associar essas condições na precificação do custeio, indo além para estimar o que de custos não médicos e de perda de produtividade estão implicados nesse custeio. O impacto do valor remunerado aos hospitais para custeio da cirurgia da EIA não é custo-efetivo, traz grandes impactos para o andamento da fila, para a qualidade de vidas dos indivíduos portadores da EIA, sobre a previdência social e leva as instituições a não realizarem o procedimento para o SUS e, com isso, gera maiores gastos por parte do Estado por conta das judicializações no caixa financeiro e contábil das contas públicas que não tem esses valores em orçamento.

Interessante incluir o estudo da plausibilidade, ao pensar em realidades diferentes dentro do Brasil e fora dele, incrementando análise relacionada a aspectos epidemiológicos, educacionais, gestão do sistema de saúde, incorporação dos princípios da avaliação econômica e estabelecimento de limite de custo-efetividade para melhor direcionamento dos recursos econômicos.

REFERÊNCIAS

BOZZIO, A. E.; HU, X.; LIEBERMAN, I. H. Cost and Clinical Outcome of Adolescent Idiopathic Scoliosis Surgeries – Experience From a Nonprofit Community Hospital. **International Journal of Spine Surgery**, v. 13, n. 5, p. 474–478, 2019. DOI: 10.14444/6063. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31741836/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes metodológicas: diretriz de avaliação econômica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes metodológicas: estudos de microcusteio aplicados a avaliações econômicas em saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

BRESSAN, A. V. **Escoliose idiopática do adolescente: características clínicas e radiográficas e critérios de prioridade para tratamento cirúrgico**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

CARNEIRO, R. A. **Escoliose idiopática do adolescente: estudo retrospectivo da evolução pós-operatória**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ortopedia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

JAIN, A. *et al.* Cost-Utility Analysis of Operative Versus Nonoperative Treatment of Thoracic Adolescent Idiopathic Scoliosis. **Spine**, v. 44, n. 5, p. 309–317, 2019. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002936. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30475341/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

LIMA JR., L. C.; AVANZI, O. Escoliose idiopática do adolescente: análise dos fatores relacionados à decisão terapêutica. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 43, n. 6, p. 227–234, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1808-18512011000200006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/coluna/a/t3sCVWyZkHJzybXZVKtfZfx/>. Acesso em: 24 set. 2022.

McCARTHY, R. E. et al. Incremental cost-effectiveness of adult spinal deformity surgery: observed quality-adjusted life years with surgery compared with predicted quality-adjusted life years without surgery. *Neurosurg Focus*. 2014 May;36(5):E3. DOI: 10.3171/2014.3.FOCUS1415. PMID: 24785485. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24785485/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

MANTOVANI F. Fila por cirurgia de escoliose é crítica em serviços do SUS. Folha de São Paulo. 30 de maio de 2009. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/saude/sd3005200901.htm>. Acesso em: 24 set. 2022.

MORAZ, G. et al. Estudos de custo-efetividade em saúde no Brasil: uma revisão sistemática. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 10, p. 3211–3229, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320152010..> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/rddxHPsXZ73TBNjPn4D3c7k/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

RIBEIRO, R. A. et al. Diretriz metodológica para estudos de avaliação econômica de tecnologias em saúde no Brasil. **Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, v. 8, n. 3, p. 174–184, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21115/JBES.v8.n3.p174-184>. Disponível em: <https://www.jbes.com.br/index.php/jbes/article/view/303>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SANTOS, V. C. C. **As análises econômicas na incorporação de tecnologias em saúde: reflexões sobre a experiência brasileira**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2010. Disponível em: https://bvssp.icict.fiocruz.br/pdf/25775_santovccm.pdf. Acesso em: 24 set. 2022.

SILVA, E. M.; SILVA, M. T.; PEREIRA, M. G. Estudos de avaliação econômica em saúde: definição e aplicabilidade aos sistemas e serviços de saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 1,

p. 205–207, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000100023>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/SmzSpqdXmMx34TGSnGwnK8P/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

AVANÇOS, DESAFIOS E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO DESENVOLVIMENTO DE VACINAS

MACHADO, Bruna Aparecida Souza¹; HORA, Helena Souza da²;
SANTOS, Hayna Malta³; SILVA, Milca de Jesus⁴; REZENDE,
Cíntia Silva Minafra e⁵

¹ Doutora em Biotecnologia, Universidade SENAI CIMATEC

² Mestre em Biotecnologia, Universidade SENAI CIMATEC

³ Doutora em Patologia Humana, Universidade SENAI CIMATEC

⁴ Doutora em Imunologia, Universidade SENAI CIMATEC

⁵ Doutora em Ciência Animal, Universidade Federal de Goiás
(UFG)

E-mail: brunamachado17@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade, doenças, epidemias e pandemias marcaram a vulnerabilidade da saúde humana frente a patógenos desconhecidos. A peste negra, a varíola e a gripe espanhola, juntas, mataram mais de meio bilhão de pessoas no mundo, nos últimos séculos (Berche, 2022a, 2022b; Launer, 2022). No século XXI, a covid-19 marcou a história contemporânea com mais de 7 milhões de óbitos no mundo. Todos esses eventos reforçam a importância de soluções eficientes capazes de combater os efeitos das infecções causadas por patógenos desconhecidos ou reincidentes.

A pandemia da covid-19, associada ao estado atual do avanço científico e tecnológico, permitiu pela primeira vez na história o desenvolvimento e a obtenção rápida de vacinas seguras, capazes de minimizar os sintomas e as complicações da doença e reduzir a mortalidade causada pelo vírus (Vitiello *et al.*, 2021). A pandemia

favoreceu a inovação de diversas plataformas tecnológicas, especialmente daquelas que se baseiam em RNA mensageiro (mRNA). Os estudos prévios se intensificaram e foram desviados para o desenvolvimento de vacinas para o SARS-CoV-2.

Entretanto, apesar das vantagens e dos benefícios da vacinação e do acesso às vacinas, o seu desenvolvimento e obtenção perpassa por uma série de desafios, como o alto custo associado ao seu desenvolvimento e produção, o acesso aos insumos da cadeia produtiva, as barreiras regulatórias, a necessidade de estudos clínicos e a desigualdade no acesso global às vacinas (Privor-Dumm *et al.*, 2023). Tais dificuldades ressaltam a importância de um esforço global coordenado e constante para enfrentá-las, especialmente durante crises sanitárias.

Dessa forma, o trabalho propõe abordar tópicos importantes e atuais da temática de desenvolvimento de vacinas, apresentando o histórico e a importância da vacinação, as classificações das vacinas e as principais plataformas tecnológicas envolvidas e, por fim, apresentar a atuação produtiva do Brasil inserido no contexto da pandemia.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Histórico das vacinas

Os avanços na ciência e tecnologia possibilitaram, no último século, o controle de doenças e minimizaram o seu impacto em todo o mundo. As vacinas provaram ao longo do tempo ser soluções eficazes para controlar e erradicar enfermidades infecciosas que afetam a população, uma conquista para a saúde pública global (Montero *et al.*, 2024). Antes do surgimento dessas intervenções, a expectativa de vida da população era curta e a mortalidade entre as crianças representava 30%, sendo as doenças infecciosas a principal causa de enfermidades, complicações secundárias e morte (Montero *et al.*, 2024).

Historicamente, o termo vacina derivou do método de variolação, que consiste em conferir imunidade a indivíduos saudáveis a partir da inoculação via intranasal ou cutânea, com material obtido de pústulas de varíola bovina (Leung, 2011). A técnica iniciou-se após as observações da varíola por Benjamin Jesty e Edward Jenner em 1798 e levou ao desenvolvimento das bases da vacinologia (Montero *et al.*, 2024). Os estudos foram pioneiros e contribuíram para o controle e combate de doenças consideradas invencíveis na época, como poliomielite, tétano, difteria e sarampo.

Em 1885, Louis Pasteur estende os conhecimentos de vacinação e desenvolve a primeira vacina contra a raiva. Desde então, vários outros produtos e métodos biológicos passaram a ser utilizados para conferir imunidade contra as doenças infecciosas. A exemplo das vacinas contra a tuberculose A (BCG), difteria, tétano e coqueluche (DTP), sarampo, poliomielite e hepatite B, todas desenvolvidas no século XX (Montero *et al.*, 2024). Graças a esses imunizantes, doenças como a varíola e a pólio foram erradicadas no Brasil e no mundo.

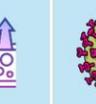
Por outro lado, o surgimento de novos agentes patogênicos levou à necessidade urgente de aprimorar as vacinas existentes e desenvolver novas plataformas capazes de atender a demandas globais com uma produção célere e em larga escala, como observado durante a pandemia da covid-19 em 2020 (Machado *et al.*, 2022).

2.2 Tipos de vacinas e plataformas tecnológicas

As vacinas estimulam o sistema imunológico do corpo humano a identificar e combater patógenos sem causar a doença associada a eles. O fortalecimento do sistema imunológico ocorre através do reconhecimento de antígenos presentes nas vacinas (Iavarone *et al.*, 2017). Dessa forma, o corpo é treinado a reconhecer o agente infeccioso invasor e produzir anticorpos contra eles, preparando o organismo a combater infecções futuras de forma mais rápida e eficiente (Iavarone *et al.*, 2017).

O panorama global de desenvolvimento vacinal conta com diversas plataformas tecnológicas que se dividem em vacinas de primeira, segunda e terceira geração (Figura 1). Embora cada uma delas tenha sua maneira de ativar o sistema imune, todas as tecnologias apresentam eficácia comprovada cientificamente (Francis, 2017). As vacinas da primeira geração foram as primeiras a serem desenvolvidas na história e marcaram a medicina na prevenção de doenças infecciosas. Essa plataforma baseia-se na utilização de patógenos vivos (atenuados) ou mortos (inativados) para estimular a resposta imunológica (Francis, 2017).

Figura 1 – Classificação das vacinas: primeira, segunda e terceira geração

PRIMEIRA GERAÇÃO		SEGUNDA GERAÇÃO			TERCEIRA GERAÇÃO
					
VACINA INATIVADA	VACINA ATENUADA	VACINA DE SUBUNIDADE	VACINA TOXÓIDES	VACINA DE VETOR VIRAL	VACINA DE ÁCIDO NUCLEICO
Uso de microrganismos inativados (mortos). Não fornecem imunidade a longo prazo. Aplicação de doses de reforço.	Uso de microrganismos vivos atenuados; Vacinas semelhantes à infecção natural. Resposta imune forte e duradoura.	Partes específicas do patógeno. Forte resposta imune contra importantes constituintes. Menos imunogênicas – dose de reforço.	Toxina microbiana; Geração de resposta imune contra a toxina e não contra o microrganismo; Aplicação de doses de reforço.	Uso de vírus modificados para indução da resposta imune; Modelo exemplo: Adenovírus	Uso de RNA mensageiro ou DNA para indução da resposta imune por meio da produção de proteínas.

Fonte: Machado *et al.*, 2025.

Por outro lado, as vacinas de segunda geração utilizam componentes específicos do patógeno, sem a necessidade de expor o organismo ao patógeno inteiro. São exemplos de vacinas da segunda geração: vacinas de subunidade (vacina da hepatite B); vacinas conjugadas (feitas a partir de polissacarídeos encontrados na superfície de bactérias); vacinas de vetor viral (utilizam um vírus inofensivo como vetor para transportar material genético do patógeno as células do corpo); e as vacinas toxoides (produzidas a partir de toxinas de bactérias, ex: tétano e difteria) (Montero *et al.*, 2024). É importante ressaltar que as vacinas da segunda geração são, em geral, mais seguras, precisas e eficazes.

Atualmente, cerca de 23% das vacinas em desenvolvimento são de vírus atenuados ou inativados. No entanto, desde o advento da pandemia da covid-19 e os avanços nas tecnologias moleculares,

outras plataformas têm se destacado, em particular, as vacinas da terceira geração (Machado *et al.*, 2022). Essa categoria utiliza engenharia genética e inovações no *design* para criar respostas imunológicas mais eficazes e personalizadas. As vacinas de ácidos nucleicos são os principais exemplos do grupo. Elas utilizam moléculas de mRNA ou DNA para induzir a resposta imune por meio da produção de proteínas (Machado *et al.*, 2022).

Por induzirem uma resposta imunológica mais precisa e duradoura, as vacinas de terceira geração representam uma revolução na forma como podemos combater doenças. Além disso, a plataforma é extremamente versátil, permitindo que as vacinas sejam rapidamente adaptadas para novos patógenos e outras doenças.

2.3 Plataforma de RNA e sistema de *delivery*

A nanotecnologia tem revolucionado a medicina moderna, permitindo a formulação de diferentes tipos de nanopartículas, cada uma com características específicas que otimizam sua aplicação terapêutica. As nanopartículas são amplamente utilizadas em diagnósticos, metodologias de imagem, implantes biomédicos, engenharia de tecidos e, principalmente, como sistemas de *delivery* de fármacos e ácidos nucleicos (Haleem *et al.*, 2023).

Os sistemas de *delivery* baseados em nanopartículas são aplicados principalmente na administração de RNA, em terapias gênicas direcionadas, superando as limitações dos sistemas de entrega convencionais e as barreiras biológicas (Witten *et al.*, 2024). Devido à sua carga negativa, hidrofobicidade e instabilidade no organismo, o RNA não atravessa facilmente a membrana celular, o que dificulta sua aplicação direta. Assim, são necessários sistemas de *delivery* capazes de proteger, estabilizar e carregar essas moléculas até as células-alvo (Mobasher *et al.*, 2024).

Atualmente, os sistemas de *delivery* preferidos para carreamento de RNA são baseados em nanopartículas lipídicas (NPL), nas quais o RNA é encapsulado dentro de um sistema

lipídico multicomponente. Esse processo forma complexos RNA-NPL, que devem atender a critérios específicos para serem eficientes, incluindo encapsulação eficiente do RNA, captação celular e escape endossômico. A relevância dos sistemas de *delivery* de RNA foi amplamente demonstrada durante a pandemia da covid-19, com vacinas baseadas em NPL transportando mRNA contra o SARS-CoV-2 (Bhatia; Dahlman, 2024).

Além das vacinas contra covid-19, as plataformas NPL-RNA vêm sendo empregadas para terapias gênicas, incluindo o silenciamento ou edição de genes *in vivo*, com aplicações notáveis na supressão de genes oncogênicos. Os diferentes tipos de vacinas de RNA incluem vacinas de mRNA, ASOs (oligonucleotídeos antissense), RNA de interferência (iRNA), siRNA e replicon de RNA (repRNA) (Bhatia; Dahlman, 2024). Já entre os sistemas de *delivery* associados ao transporte de RNA, destacam-se as NPL, polímeros biodegradáveis e nanopartículas metálicas (tabela 1) (Rethi *et al.*, 2022).

Tabela 1 – Principais plataformas de sistemas de *delivery* associadas aos tipos de RNA e às suas aplicações clínicas

Sistema de <i>delivery</i>	RNA	Características	Aplicações clínicas	Referência
Nanopartículas lipídicas	mRNA, iRNA, repRNA	Estruturas lipídicas que encapsulam e protegem o RNA	Vacinas de covid-19, terapias contra câncer, doenças infecciosas	(Bhatia; Dahlman, 2024; Huang; Zeng; Yan, 2021)
Polímeros biodegradáveis	ASOs, iRNA	Materiais sintéticos ou naturais que formam nanopartículas	Terapias contra câncer, doenças neurodegenerativas	(Hu <i>et al.</i> , 2020; Wang <i>et al.</i> , 2021)

Nanopartículas metálicas	mRNA, ASOs	Nanopartículas de ouro, prata ou outros metais orgânicos	Engenharia de tecidos, terapia personalizada	(Alavi; Rai, 2021)
Nanopartículas de sílica	mRNA, iRNA	Estruturas porosas que encapsulam e liberam RNA	Entrega de fármacos, terapias gênicas	(Bednarikova <i>et al.</i> , 2023)

Fonte: Autoria própria, 2025

Sumariamente, a evolução dos sistemas de *delivery* impulsiona a biotecnologia, ampliando as terapias baseadas em RNA para diversas aplicações médicas. O aprimoramento dessas tecnologias viabiliza novas vacinas, avanços na medicina personalizada e tratamentos para doenças genéticas e infecciosas, além de favorecer a acessibilidade, especialmente em países em desenvolvimento, pois sua versatilidade permite a formulação de vacinas administradas por diferentes métodos.

2.4 Impacto da pandemia da covid-19 no desenvolvimento de vacinas

Sem dúvida, o advento da pandemia do coronavírus marcou a história do mundo e despertou a sociedade para a importância do acesso a vacinas capazes de proteger contra infecções e doenças letais, como a covid-19.

O desenvolvimento e licenciamento de uma vacina é um processo altamente regulado e complexo, que pode levar em média de 8 a 17 anos até a sua aprovação. Esse processo inicia-se com as fases pré-clínicas e avança por três etapas sucessivas de investigação clínica (Walter; Moody, 2021). As etapas e o tempo dedicado a cada uma delas são essenciais para garantir a

segurança, a eficácia e a comercialização das vacinas. Historicamente, observa-se o tempo prolongado entre a identificação do patógeno e a disponibilização da vacina. O patógeno da hepatite B, por exemplo, foi descoberto em 1965, mas somente em 1982 foi disponibilizada a sua vacina (Pattyn *et al.*, 2021). Outro exemplo marcante é a vacina contra a poliomielite, cujo desenvolvimento exigiu mais de 45 anos desde a detecção do patógeno até alcançar uma formulação segura e eficaz (Ball, 2021).

Embora o processo exigido para a obtenção de um imunizante seja longo, a primeira vacina contra o coronavírus foi desenvolvida e disponibilizada no tempo recorde de um ano. Por trás dessa corrida contra o tempo, destaca-se o esforço mundial de comunidades científicas, governamentais e farmacêuticas, que viabilizaram o compartilhamento de dados, os planos de financiamento e a colaboração com a indústria (Chavda *et al.*, 2022). Apesar do desenvolvimento acelerado, conhecido como *fast-track* e instituído pela agência reguladora americana Food and Drug Administration (FDA) como estratégia para acelerar o desenvolvimento das vacinas, as etapas obrigatórias tradicionais devem e são seguidas. A estratégia busca sobrepor, comprimir ou desenvolver em paralelo às fases pré-clínica, clínica, aprovação regulatória e comercialização, garantindo a segurança do produto final.

A oportunidade de desviar do perfil moroso de desenvolvimento típico de vacinas durante a pandemia também deve ser atribuída a alguns fatores importantes. Primeiramente, deve-se considerar o avanço da ciência e da tecnologia nas últimas décadas, favorecendo o acesso rápido para o desenvolvimento de novas formulações, medicamentos e vacinas. Atualmente, as pesquisas na área da saúde são constantes e mais intensas, e as plataformas tecnológicas aplicadas são adaptáveis às rotas terapêuticas de interesse, otimizando o tempo de desenvolvimento de novas vacinas.

O contexto de pânico social global vivido durante a pandemia da covid-19 é outro fator relevante. O número crescente de casos e mortes exigia uma solução segura, porém urgente. Por

essa razão, respeitando-se os protocolos de segurança das agências reguladoras, foi possível acelerar o desenvolvimento das vacinas e obter rapidamente vacinas eficazes que colaborassem para o combate da pandemia, minimizando os sintomas e a gravidade da doença e melhorando os índices de mortalidade (da Hora; Fonseca; Machado, 2023).

O conhecimento acumulado ao longo dos anos referente às tecnologias empregadas nas vacinas e aos vírus foram essenciais para o rápido desenvolvimento das vacinas durante a pandemia. O SARS-CoV-2, vírus responsável pela pandemia, pertence a uma família de coronavírus que, em 2002, resultou na epidemia do SARS, na China, e, em 2012, na epidemia do MERS, no Oriente Médio. Assim, com o surgimento da pandemia, os estudos sobre o coronavírus e as vacinas para combatê-lo já estavam em andamento (Butantan, 2025). As pesquisas não foram completamente pioneiras e colaboraram para o rápido conhecimento sobre a estrutura do vírus e a fisiopatologia no organismo, levando ao direcionamento específico das tecnologias utilizadas no desenvolvimento das vacinas.

2.5 Produção nacional durante a pandemia da covid-19

Assim como muitos países com capacidade farmacêutica produtiva, o Brasil também dedicou esforços à produção de vacinas eficientes para combater a pandemia. Institutos públicos brasileiros como Biomanguinhos/FIOCRUZ e Butantan foram cruciais para o acesso às vacinas.

Além da importação de exemplares, a participação produtiva interna, através de parceria entre as farmacêuticas, sem dúvidas, permitiu ampliar a vacinação no país. O Instituto Butantan, em cooperação com a Sinovac, farmacêutica chinesa, produziu a vacina CoronaVac através da plataforma tecnológica de vírus inativado, disponibilizando mais de 115 milhões de doses ao Ministério da Saúde (Butantan, 2025). Por meio da internalização da tecnologia, Biomanguinhos foi capaz de produzir mais de 90 milhões de doses da vacina de vetor viral em 2021. Inicialmente, a produção envolvia

a importação do Insumo Farmacêutico Ativo (IFA) da China, mas logo passou a ser 100% nacional, com desenvolvimento interno do IFA (Brasil, 2021).

A capacidade produtiva do Butantan e Biomanguinhos deve-se à experiência e competência prévia para o desenvolvimento de outras vacinas e fármacos, que permitiu a adaptação e otimização da planta fabril e das tecnologias empregadas (Homma *et al.*, 2021). Apesar do protagonismo durante a pandemia desses institutos, outros centros de pesquisas nacionais se destacaram com estudos relevantes para o desenvolvimento de vacinas inovadoras. O uso de ácidos nucleicos, especialmente o mRNA, como plataforma tecnológica para o desenvolvimento de vacinas ganhou espaço com o surgimento da pandemia, ampliando suas pesquisas em todo o mundo.

Na Bahia, o SENAI CIMATEC, centro de educação e pesquisa, foi pioneiro na condução de estudo clínico que desenvolveu uma candidata à vacina de repRNA contra o SARS-CoV-2. Além do Butantan e Biomanguinhos, a vacina codesenvolvida com parcerias internacionais também ocorreu mediante internalização tecnológica. O estudo, aprovado pela Anvisa, resultou em dados promissores de segurança e eficácia.

Apesar dos estudos e esforços de centros e universidades para contribuir com o desenvolvimento de vacinas, fármacos e formulações farmacêuticas, é importante destacar o conhecimento e a experiência adquiridas durante o processo. A transferência tecnológica das plataformas inovadoras fornece conhecimento científico e tecnológico para a adaptação em outras rotas terapêuticas. A plataforma de mRNA, por exemplo, é versátil e permite que seja direcionada a outras áreas da saúde, como doenças infecciosas, câncer e arboviroses.

O investimento e incentivo para pesquisas nacionais são importantes e precisam ser intensificados. A pandemia demonstrou a competência e o potencial do Brasil para se tornar autossuficiente e reduzir cada vez mais a dependência internacional de insumos e produtos acabados. Apesar do cenário desfavorável nas esferas sociais e econômicas, a pandemia fez

crescer a capacidade científica, produtiva e tecnológica do país. Hoje, após a pandemia, a ciência no Brasil colhe frutos da intensificação tecnológica e produtiva da pandemia. Biomanguinhos, por exemplo, tornou-se laboratório de prontidão para produção de vacinas em emergências sanitárias para atender as demandas da América Latina (Fiocruz, 2025).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de vacinas seguras e eficazes é essencial para a imunização e proteção da sociedade contra infecções e doenças eminentes, bem como para manter tantas outras erradicadas. Apesar dos benefícios e da longa experiência da humanidade em desenvolver vacinas, a ciência ainda encontra desafios que retardam a obtenção de imunizantes e terapias para uma série de doenças e infecções importantes no mundo atual. As adversidades são variáveis e se moldam com a realidade de cada nação. Países em desenvolvimento podem enfrentar dificuldades financeiras e tecnológicas, menos evidente em países desenvolvidos com investimento superior na área. Além disso, o patógeno em si também pode oferecer resistência. Vírus, por exemplo, são altamente mutáveis e, a cada nova mutação, uma nova composição de proteínas e/ou formatação pode ser moldada, anulando a eficiência de vacinas pré-existentes.

Entretanto, observa-se que a evolução da ciência e da tecnologia ao longo dos anos, bem como a percepção e o esclarecimento da importância das vacinas, vêm contribuindo para o crescimento e investimento na área, oferecendo cada vez mais soluções inovadoras e eficazes.

REFERÊNCIAS

ALAVI, M.; RAI, M. Antisense RNA, the modified CRISPR-Cas9, and metal/metal oxide nanoparticles to inactivate pathogenic

bacteria. **Cellular, Molecular and Biomedical Reports**, v. 1, n. 2, 2021. DOI: <https://doi.org/10.55705/cmbr.2021.142436.1014>. Disponível em: https://www.cmbr-journal.com/article_142436.html. Acesso em: 8 mar. 2025.

BALL, P. What The Lightning-Fast Quest For Covid Vaccines Means For Other Diseases: The speedy approach used to tackle SARS-CoV-2 could change the future of vaccine science. **Nature**, v. 589, n. 7840, p. 16-18, 2021. DOI: 10.1038/d41586-020-03626-1. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33340018/>. Acesso em: 8 mar. 2025.

BEDNARIKOVA, Z. *et al.* Silica-magnetite nanoparticles: Synthesis, characterization and nucleic acid separation potential. **Surfaces and Interfaces**, v. 39, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2023.102942>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468023023003127>. Acesso em: 8 mar. 2025.

BERCHE, P. Life and death of smallpox. **La Presse Médicale**, v. 51, n. 3, p. 104117, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2022.104117>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0755498222000100?via%3Dihub>. Acesso em: 8 mar. 2025

BERCHE, P. The Spanish flu. **La Presse Médicale**, v. 51, n. 3, p. 104127, 1 set. 2022b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2022.104127>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0755498222000203>. Acesso em: 8 mar. 2025

BHATIA, S. N.; DAHLMAN, J. E. RNA delivery systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 2024. DOI: 10.1073/pnas.2315789121. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38437565/>. Acesso em: 8 mar. 2025

BRASIL. Ministério da Saúde. **Fiocruz chega a mais de 90 milhões de doses de vacinas Covid-19 entregues ao Ministério da Saúde – Ministério da Saúde**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2021/agosto/fiocruz-chega-a-mais->

de-90-milhoes-de-doses-de-vacinas-covid-19-entregues-ao-ministerio-da-saude. Acesso em: 9 mar. 2025.

BUTANTAN. **Notícias**. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias>. Acesso em: 9 mar. 2025.

CHAVDA, V. P. *et al.* Fast-track development of vaccines for SARS-CoV-2: The shots that saved the world. **Frontiers in Immunology Frontiers Media S.A.**, 3 out. 2022. DOI: 10.3389/fimmu.2022.961198. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36263030/>. Acesso em: 9 mar. 2025.

DA HORA, H. S.; FONSECA, L. M. DOS S.; MACHADO, B. A. S. Decline of COVID-19 Pandemic: Impacts of Vaccination in Brazil. **Journal Of Bioengineering, Technologies And Health**, v. 6, n. 2, p. 170–173, 19 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.34178/jbth.v6i2.299>. Disponível em: <https://jbth.com.br/index.php/JBTH/article/view/299>. Acesso em: 9 mar. 2025.

FRANCIS, M. J. Recent Advances in Vaccine Technologies. **The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice**, v. 48, n. 2, p. 231, 1 mar. 2017. DOI: 10.1016/j.cvsm.2017.10.002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29217317/>. Acesso em: 9 mar. 2025.

FIOCRUZ. **Notícias e Artigos**. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/> Acesso em: 9 mar. 2025.

HALEEM, A. *et al.* Applications of nanotechnology in medical field: a brief review. **In Global Health Journal**, v. 7, n. 2, p. 70-77, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.glohj.2023.02.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2414644723000337>. Acesso em: 9 mar. 2025.

HOMMA, A. *et al.* A Crise das Vacinas e de Insumos e a Produção Local para Enfrentar a Pandemia. **Alianza Latino-Americana de Salud Global-Alasag**, v. 165, 11. 2021.

HU, B. *et al.* Therapeutic siRNA: state of the art. **Signal Transduction and Targeted Therapy**, v. 5, n. 101, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41392-020-0207-x>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41392-020-0207-x#citeas>. Acesso em: 9 mar. 2025.

HUANG, Q.; ZENG, J.; YAN, J. COVID-19 mRNA vaccines. **Journal of Genetics and Genomics**, v. 48, n.2, p. 107-114, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2021.02.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S167385272100045X>. Acesso em: 9 mar. 2025.

IAVARONE, C. *et al.* Mechanism of action of mRNA-based vaccines. **Expert review of vaccines**, v. 16, n. 9, p. 871–881, 2 set. 2017. DOI: 10.1080/14760584.2017.1355245. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28701102/>. Acesso em: 9 mar. 2025.

LAUNER, J.; POSTGRAD MED, J. **On reflection Learning from the black death**. v. 98, n. 1165, p. 887-888, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1136/pmj-2022-142202>. Disponível em: <https://academic.oup.com/pmj/article/98/1165/887/7097101>. Acesso em: 10 mar. 2025.

LEUNG, A. K. C. “Variolation” and Vaccination in Late Imperial China, Ca 1570–1911. **History of Vaccine Development**, p. 5–12, 2011. DOI: 10.1007/978-1-4419-1339-5_2. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227124784_Variolation_and_Vaccination_in_Late_Imperial_China_Ca_1570-1911. Acesso em: 10 mar. 2025.

MACHADO, B. A. S. *et al.* The Importance of Vaccination in the Context of the COVID-19 Pandemic: A Brief Update Regarding the Use of Vaccines. **Vaccines**, v. 10, n. 4, p. 591, 1 abr. 2022. DOI: 10.3390/vaccines10040591. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9027942/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

MOBASHER, M. *et al.* Advanced nanoscale delivery systems for mRNA-based vaccines. **Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects**, v. 1868, n. 3, p. 130558, 2024. DOI: 10.1016/j.bbagen.2024.130558. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38185238/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

MONTERO, D. A. *et al.* Two centuries of vaccination: historical and conceptual approach and future perspectives. **Frontiers in Public Health**, v. 11, p. 1326154, 2024. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1326154. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38264254/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

PATTYN, J. *et al.* Hepatitis B Vaccines. **Journal of Infectious Diseases**, v. 224, p. S343–S351, 1 out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1093/infdis/jiaa668>. Disponível em: https://academic.oup.com/jid/article/224/Supplement_4/S343/6378091#google_vignette. Acesso em: 10 mar. 2025.

PRIVOR-DUMM, L. *et al.* Vaccine access, equity and justice: COVID-19 vaccines and vaccination Analysis. **BMJ Glob Health**, v. 8, n. 6, p. 11881, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2023-011881>. Disponível em: <https://gh.bmj.com/content/8/6/e011881>. Acesso em: 10 mar. 2025.

RETHI, L. *et al.* Lipid-Based Nanomaterials for Drug Delivery Systems in Breast Cancer Therapy. **Nanomaterials**, v. 12, n. 17, [S. p.], 2022. DOI: 10.3390/nano12172948. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-4991/12/17/2948>. Acesso em: 10 mar. 2025.

VITIELLO, A. *et al.* COVID-19 vaccines and decreased transmission of SARS-CoV-2. **Inflammopharmacology**, v. 1, n. 5, p. 1357–1360, 2021. DOI: 10.1007/s10787-021-00847-2. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34279767/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

WALTER, E. B.; MOODY, M. A. Vaccine development: Steps to approval of an investigational vaccine. **North Carolina Medical Journal**, v. 82, n. 2, p. 141–144, 2021. DOI: 10.18043/ncm.82.2.141. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33649135/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

WANG, D. *et al.* Antisense microRNA185 loaded liposome for efficient inhibition of the hepatic endogenous microRNA185 level. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 1, n. 161, p. 105803, 2021. DOI: 10.1016/j.ejps.2021.105803. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33722732/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

WITTEN, J. *et al.* Recent advances in nanoparticulate RNA delivery systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 121, n. 11, p. e2307798120, 2024. DOI: 10.1073/pnas.2307798120. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38437569/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

DA BANCADA AO MERCADO: A JORNADA EMPREENDEDORA NA ZIEL BIOSCIENCES

FARIAS, Caroline Brunetto de¹

¹ Doutorado em Biologia Celular e Molecular, Ziel Biosciences
Pesquisa, Desenvolvimento e Diagnóstico LTDA

E-mail: carolbfarias@gmail.com

INTRODUÇÃO

A trajetória de um empreendimento em biotecnologia é repleta de desafios, aprendizados e conquistas. Neste capítulo, compartilho minha experiência como cientista e empreendedora na criação da Ziel Biosciences, uma empresa inovadora dedicada à saúde da mulher e à oncologia de precisão. A Ziel nasceu da necessidade de traduzir descobertas científicas em soluções práticas para pacientes e profissionais da saúde, reduzindo barreiras tecnológicas e promovendo um impacto social significativo.

O INÍCIO DA JORNADA

Minha trajetória empreendedora começou dentro da academia, na qual desenvolvi uma paixão pela pesquisa científica e suas aplicações no mundo real. Durante meus anos de formação, ficou evidente a lacuna entre o conhecimento gerado nos laboratórios e a sua adoção na prática clínica. A burocracia, os desafios regulatórios e a falta de incentivo ao empreendedorismo dificultam a transformação da pesquisa em produtos acessíveis para a sociedade.

Foi nesse contexto que surgiu minha motivação para criar um negócio que pudesse quebrar essas barreiras. Meu primeiro contato com o empreendedorismo ocorreu através de iniciativas como o Prêmio Santander de Empreendedorismo, no qual fui reconhecida pelo potencial de impacto das minhas ideias. A partir disso, comecei a buscar formas de estruturar um negócio baseado em ciência, e foi então que a Ziel Biosciences começou a tomar forma.

A CRIAÇÃO DA ZIEL BIOSCIENCES

A Ziel nasceu com um propósito claro: promover o empoderamento feminino e melhorar a qualidade de vida das mulheres por meio de diagnósticos acessíveis e tecnologias inovadoras. Desde o início, tivemos como foco a prevenção do câncer e a oncologia de precisão, desenvolvendo produtos que auxiliam no diagnóstico precoce e na personalização do tratamento.

Construir uma startup de biotecnologia no Brasil não é tarefa fácil. Um dos primeiros desafios foi estruturar um modelo de negócios sustentável que permitisse a continuidade das pesquisas sem depender exclusivamente de financiamentos acadêmicos. Foi necessário buscar investidores, estabelecer parcerias estratégicas e encontrar formas de viabilizar a produção em larga escala dos nossos produtos.

INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

O câncer de colo do útero é um dos principais problemas de saúde pública em diversos países, incluindo o Brasil. Apesar de ser um câncer evitável e tratável quando detectado precocemente, muitas mulheres não realizam exames de rastreamento regularmente. Fatores como falta de tempo, dificuldades financeiras para locomoção, barreiras culturais, medo da dor ou constrangimento com o exame tradicional impedem milhões de mulheres de terem acesso ao diagnóstico precoce (Borges; Silva,

2019; INCA, 2023) (incluir referência aqui e ao final do texto, na lista de referências). Essa realidade reforça a necessidade de soluções inovadoras que garantam um rastreamento acessível e eficaz.

O portfólio da Ziel Biosciences foi cuidadosamente desenvolvido para atender às principais lacunas do mercado de saúde feminina e oncologia. Entre nossas inovações, destacam-se:

- **SelfCervix®**: autocoletor de amostras cervicais que permite a realização de exames de HPV, citologia líquida e testes para Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTs). O grande diferencial do SelfCervix® é a sua capacidade de alcançar mulheres que não respondem aos chamamentos públicos para exames preventivos, seja por falta de tempo, dificuldades financeiras, questões culturais, medo da dor ou constrangimento. Com um processo simples e indolor, a autocoleta possibilita que mais mulheres tenham acesso ao rastreamento do câncer de colo do útero, aumentando a adesão ao programa de prevenção e reduzindo a incidência da doença.

- **SelfTeste**: teste inovador, semelhante a um teste de gravidez de farmácia, que permite que a própria mulher realize seu exame de detecção de lesões no colo do útero de forma simples e acessível. Após a autocoleta utilizando o SelfCervix®, a paciente aplica a amostra no SelfTeste. Em seguida, com o auxílio de um aplicativo, tira uma foto do resultado, que é interpretado automaticamente. Com base nessa leitura, a mulher recebe uma recomendação personalizada: caso o teste aponte alguma anormalidade, ela é orientada a procurar um médico para investigação detalhada; se o resultado for negativo, recebe um lembrete para repetir o exame no ano seguinte. Essa abordagem inovadora facilita o rastreamento precoce do câncer de colo do útero e poderá ser disponibilizada tanto no Sistema Único de Saúde (SUS) quanto em farmácias, democratizando o acesso ao diagnóstico e contribuindo para a erradicação da doença.

O câncer continua sendo uma das principais causas de morte no mundo, apesar dos avanços nos tratamentos e no desenvolvimento de novos fármacos (WHO, 2020; Globocan, 2020). Um dos grandes desafios é a resistência tumoral, que pode ser

adquirida ao longo do tratamento ou intrínseca ao tumor desde o início. Estudos demonstram que, mesmo com terapias-alvo avançadas, o número de pacientes que realmente se beneficiam dessas abordagens ainda é limitado (Hanahan; Weinberg, 2011; Accenture, 2020) (Hanahan; Weinberg, 2011; Globocan, 2020; WHO, 2020; Accenture, 2020). Isso evidencia a necessidade de métodos mais eficazes para avaliar a resposta tumoral antes de iniciar uma terapia.

• **Bioverso®**: o Bioverso® surge como uma solução inovadora para esse problema. Trata-se de uma plataforma de oncologia de precisão baseada em inteligência artificial e dados clínicos, que permite analisar tumores em nível molecular, identificando padrões de resistência a tratamentos e personalizando as terapias de acordo com o perfil do paciente. Por meio de testes *in vitro*, o Bioverso® auxilia na escolha de tratamentos mais eficazes, reduzindo efeitos colaterais desnecessários e aumentando a taxa de sucesso das terapias oncológicas. O Bioverso® permite identificar padrões de resistência a tratamentos, personalizando as terapias de acordo com o perfil do paciente.

Cada uma dessas soluções foi desenvolvida com base em estudos clínicos rigorosos e passou ou ainda está passando por diversas fases de validação antes de ser disponibilizada no mercado. Para isso, contamos com colaborações de instituições renomadas, como hospitais e universidades, que nos auxiliam a testar e aperfeiçoar nossas tecnologias.

DESAFIOS E SUPERAÇÃO

Empreender na área da saúde exige não apenas conhecimento técnico, mas também resiliência e visão estratégica. Desde o início da Ziel, enfrentamos inúmeros desafios, incluindo:

- Regulamentação e aprovação: a obtenção de certificações e autorizações para comercialização de produtos de saúde exige um longo processo burocrático. Foi necessário um planejamento

minucioso para cumprir todas as exigências da Anvisa e dos órgãos regulatórios internacionais;

- Aceitação do mercado: introduzir novas tecnologias requer esforço significativo para educar profissionais da saúde e pacientes sobre seus benefícios. Estratégias de comunicação e parcerias com médicos e instituições foram fundamentais para gerar credibilidade e adoção das nossas soluções;

- Financiamento e sustentabilidade: como toda startup, a Ziel precisou captar investimentos para viabilizar suas operações. Participamos de programas de aceleração, buscamos investidores anjo e estabelecemos um modelo de negócios que combina vendas diretas e parcerias institucionais.

Apesar dos obstáculos, cada desafio superado fortaleceu a empresa e reforçou nossa missão de transformar a saúde através da inovação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A jornada da Ziel Biosciences é um exemplo de como a ciência pode ser aplicada ao mercado para gerar mudanças reais na vida das pessoas. O empreendedorismo em biotecnologia exige coragem, inovação e um forte senso de propósito, mas os resultados valem a pena.

Ao compartilhar minha experiência, espero inspirar outros pesquisadores e empreendedores a seguirem esse caminho, contribuindo para um futuro no qual a ciência e a inovação caminham lado a lado para transformar a saúde pública e melhorar a qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS

ACCENTURE. **Oncology precision medicine: New paradigms for treatment**. 2020. Disponível em: <https://www.accenture.com/us->

en/insights/life-sciences/precision-oncology. Acesso em: 22 Mar. 2025.

BORGES, M. F. de S. O.; SILVA, K. S. da. Barreiras ao rastreamento do câncer do colo do útero em mulheres brasileiras. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 41 n.3, p. 181–187, 2019. DOI: . Disponível em: . Acesso em: 23 Mar. 2025.

GLOBOCAN. Global cancer observatory. **International Agency for Research on Cancer**. Disponível em: <https://gco.iarc.fr>. Acesso em:

HANAHAN, D.; WEINBERG, R. A. Hallmarks of cancer: The next generation. **Cell**, v. 144, n.5, p. 646–674. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2011.02.013>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21376230/>. Acesso em: 24 Mar. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER - INCA. **Estimativa 2023: Incidência de câncer no Brasil**. Disponível em: <https://www.inca.gov.br>. Acesso em: 25 Mar. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Cancer**. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer>. Acesso em: 26 Mar. 2025.

DESENVOLVIMENTO DE UM E-BOOK INFORMATIVO E COM AUTOAVALIAÇÃO RESPIRATÓRIA E FUNCIONAL PARA ADULTOS PÓS-COVID-19

SANTOS, Juliana Guimarães¹; SANTANA, Robson Santos²;
MATOS, Marcos Almeida³; DIAS, Cristiane Maria Carvalho
Costa⁴

¹ Mestre em Tecnologias em Saúde, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

² Mestre em Tecnologias em Saúde, Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE)

³ Doutor em Ciências do Sistema Musculoesquelético, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

⁴ Doutora em Medicina e Saúde Humana, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

E-mail: julianagsantos@bahiana.edu.br

INTRODUÇÃO

A pandemia da covid-19 impôs grandes desafios sanitários, sociais e econômicos no século XXI, afetou 770 milhões de pessoas no mundo e ocasionou 6,9 milhões de óbitos. No Brasil, mais de 37 milhões de pessoas sobreviveram à infecção pelo SARS-CoV-2 (Brasil *et al.*, 2023), muitas das quais continuam a sofrer com as consequências da doença. No período pós-pandêmico, emergem reflexões e questionamentos sobre as consequências deixadas por tal crise, representando um desafio sem precedentes ao sistema de saúde pública, dado o vasto impacto que houve na sociedade ((World Health Organization, 2023). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), entre 10% e 20% dos infectados apresentam sintomas persistentes por mais de três meses,

caracterizando a chamada “síndrome pós-covid-19” (OMS, 2021; NICE Guideline, 2024). Essa condição é marcada por sintomas multissistêmicos, incluindo disfunções respiratórias, incapacidade funcional, fadiga crônica e comprometimento da qualidade de vida (Delbressine *et al.*, 2021; Tendforde *et al.*, 2020).

Nos últimos quatro anos, pesquisadores estudaram e evidenciaram que a porta de entrada do SARS-Cov-2 em nosso organismo é a enzima conversora de angiotensina II (ECA-2) (Carvalho *et al.*, 2021). Essa enzima é um receptor de membrana tipo I, que está presente em diversos tecidos do nosso corpo, como nos pulmões (principalmente nas células alveolares tipo II e macrófagos, em quantidade menor nas células epiteliais brônquicas e traqueais), no coração, no trato gastrointestinal, no fígado, no rim, no cérebro e no músculo esquelético, caracterizando-se como uma doença complexa que ocasiona sintomas multissistêmicos (Petto *et al.*, 2021) No Brasil, mais de 60% da população relata ter tido algum tipo de seqüela pós-Covid-19 e 35% independente da classificação da covid-19. (Tenforde *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2021).

Apesar dos avanços científicos na compreensão das seqüelas da covid-19, os dados também mostram outra esfera das pessoas que convivem com os sintomas da covid longa que, contraditoriamente, a síndrome permanece invisibilizada nos serviços de saúde, misturando-se a outras demandas que se apresentam, indicando que ainda há um déficit de preparo dos serviços de saúde para lidar com a população afetada. A pesquisa apontou que a falta de informação acessível e clara agrava a invisibilidade dessa síndrome (Portela *et al.*, 2023). Nesse contexto, surge a necessidade de produzir materiais educativos que promovam a conscientização e auxiliem as pessoas a reconhecerem suas limitações funcionais.

Este capítulo descreve o desenvolvimento de um e-book interativo voltado para adultos com síndrome pós-covid-19. A proposta visa à popularização da ciência e ao empoderamento do

indivíduo por meio de um guia de autoavaliação respiratória e funcional.

DESENVOLVIMENTO

Escalas funcionais na síndrome pós-covid-19

A Escala do Estado Funcional Pós-covid-19 (Post- covid-19 Functional Status Scale — PCFS) é uma ferramenta prática e sensível para a avaliação do estado funcional e destaca a importância de considerar as implicações do vírus não apenas no contexto clínico, mas também nas atividades cotidianas e na qualidade de vida dos indivíduos afetados. Sua aplicação sistemática contribui para uma gestão mais abrangente da saúde pós-infecção por covid-19, permitindo uma intervenção precoce e personalizada para otimizar os resultados a longo prazo. Foi recentemente traduzida para o português do Brasil, emergiu como uma estratégia para avaliar as limitações decorrentes da infecção por SARS-CoV-2 (Klok *et al.*, 2020; Machado *et al.*, 2021).

Essa escala foi elaborada para abranger toda a gama de desfechos funcionais, a PCFS focaliza-se nas restrições em tarefas e atividades diárias em ambientes domésticos, profissionais ou acadêmicos, assim como em alterações no estilo de vida. Esse questionário pode ser auto aplicado ou pode ser facilitado por meio de um fluxograma. A PCFS apresenta 6 opções de graduação, variando de 0 (zero: ausência de sintomas) a 5 (cinco: condição de saúde gravemente limitada ou óbito). A flexibilidade dessa escala permite sua aplicação tanto no momento da alta hospitalar quanto durante o acompanhamento ambulatorial, proporcionando uma avaliação abrangente e contínua do estado funcional dos pacientes ao longo do tempo (Hussein *et al.*, 2021; Nopp *et al.*, 2022). Essa abordagem contribui significativamente para a compreensão das limitações pós-covid-19 e a adaptação de estratégias no plano de cuidado de acordo com as necessidades individuais de cada paciente.

A Escala Medical Research Council (MRC) de Dispneia foi originalmente desenvolvida para avaliar a gravidade da dispneia em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), mas tem sido amplamente utilizada para avaliar o grau de dispneia em pacientes com sequelas respiratórias, sendo adaptada para o contexto da covid-19 (Kovelis *et al.*, 2008; Nogueira; Fontoura; Carvalho, 2021; Rezende *et al.*, 2021). Os estudos têm utilizado a escala MRC dispneia com a proposta de avaliar a dispneia durante as atividades cotidianas e pós-alta hospitalar, para monitorar a progressão ou não dos sintomas respiratórios. Sua aplicabilidade prática a torna útil tanto na clínica quanto em pesquisas (da Costa *et al.*, 2023).

ETAPAS DO PROJETO

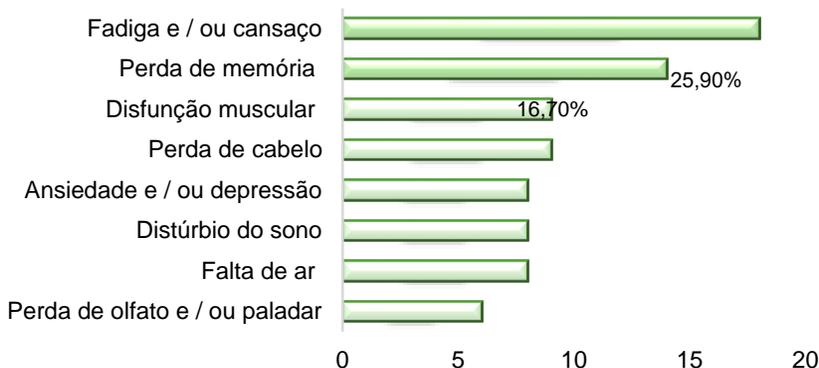
O projeto foi desenvolvido em duas etapas:

Etapa 1 – Estudo observacional transversal

Trata-se de um estudo observacional transversal conforme o Guideline do Strobe (Malta *et al.*, 2010), com a proposta de investigar a função pulmonar, força muscular respiratória e capacidade funcional em adultos com síndrome pós-covid-19 independente da gravidade. Realizado entre outubro de 2021 e março de 2023, com 61 participantes adultos, na qual houve uma frequência maior do sexo feminino, 65,6%, com síndrome pós-covid-19. A idade variou entre 28 e 51 anos, com média de 40 anos. A maior frequência foi de covid leve (88,5%), 93,4% não foram internados. O tempo de pós-covid apresentou uma média de 33 semanas, com variação de 14 a 80. Os sintomas autorrelatados mais frequentes no pós-covid foram fadiga e/ou cansaço, com 36,1%.

Gráfico 1 – Sintomas em adultos pós-covid-19 leve autorrelatados, Salvador – Bahia, 2023

SINTOMAS NA COVID LEVE



Fonte: Elaboração própria (2023).

Etapa 2 – Desenvolvimento do e-book interativo

Com base nos resultados obtidos na fase inicial do estudo, deu-se início à criação de um e-book interativo que incorpora as evidências científicas mais atuais sobre a síndrome pós-covid-19. O objetivo desse produto tecnológico é a difusão da popularização da ciência, buscar aproximar a sociedade da ciência, contribuindo para uma sociedade mais informada e comprometida com os avanços científicos e tecnológicos. Vinculado ao e-book interativo há um guia de autoavaliação respiratória e funcional, para direcionar o indivíduo com relação à necessidade de buscar assistência especializada para a reabilitação.

Para o desenvolvimento do material, utilizou-se a metodologia do Design Thinking, que contempla as fases de empatia, definição, ideação e implementação (Sebrae, 2023; Universidade Estadual Paulista, 2022). Durante a fase de empatia, identificou-se a necessidade da população por informações claras e acessíveis sobre os resultados científicos. Na definição, é o momento de descrever, objetivar, caracterizar e delimitar a solução

do problema identificado na fase 1. A fase de ideação envolveu a criação do conteúdo baseado nas principais evidências sobre a síndrome. Na implementação, o e-book foi enviado aos participantes da pesquisa para avaliação, sendo posteriormente ajustado conforme o feedback recebido.

E-BOOK: AUTOAVALIAÇÃO RESPIRATÓRIA E FUNCIONAL NA SÍNDROME PÓS-COVID-19

Apresentação

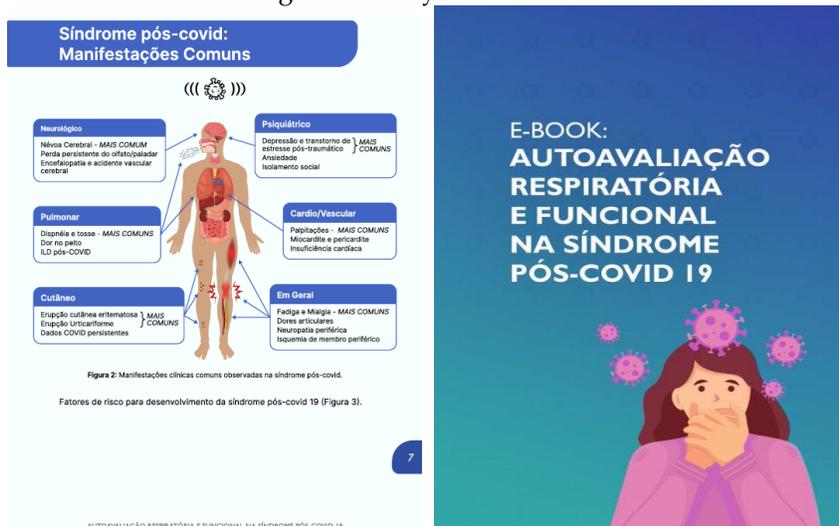
Capítulo 1: Contextualização, sinais e sintomas da síndrome pós-covid-19;

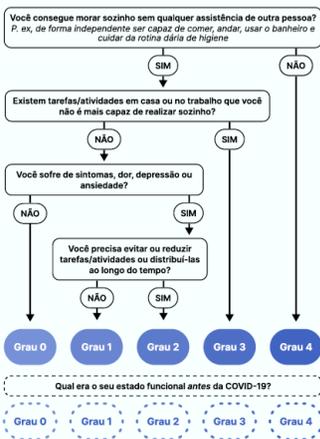
Capítulo 2: Evidências sobre as repercussões cardiorrespiratórias e funcionais da síndrome pós-covid-19;

Capítulo 3: Métodos de autoavaliação respiratória e da capacidade funcional;

Capítulo 4: Assistência de fisioterapia: onde posso encontrar no Brasil?

Figura 1 — Layout do e-book





13

Aqui está um guia passo a passo para preenchê-lo:
 - Avalie seu estado funcional atual com base nas descrições fornecidas;
 - Escolha a categoria que melhor reflète sua situação atual, levando em consideração sua capacidade de realizar atividades diárias, como andar, subir escadas, cuidar de si mesmo e realizar outras tarefas comuns;

Gostaríamos de saber como você está atualmente em relação a sua atividade diária pós-covid-19?

Por favor, escolha a afirmação que melhor descreve sua situação no momento. Selecione apenas uma:

Escala PCFS

Nenhuma 0 Limitação funcional	Sem sintomas, dor, depressão ou ansiedade
Limitações 1 Funcionais Muito Leves	Todas as tarefas/atividades diárias em casa ou no trabalho podem ser realizadas com a mesma intensidade, apesar de alguns sintomas, dor, depressão ou ansiedade.
Limitações 2 Funcionais Leves	Tarefas/atividades diárias em casa ou no trabalho podem ser realizadas em menor intensidade ou são ocasionalmente evitadas devido aos sintomas, dor, depressão ou ansiedade.
Limitações 3 Funcionais Moderadas	Tarefas/atividades diárias em casa ou no trabalho foram modificadas estruturalmente (reduzidas) devido aos sintomas, dor, depressão ou ansiedade.
Limitações 4 Funcionais Graves	Necessário assistência para as Atividades de Vida Diária (AVD), devido aos sintomas, dor, depressão ou ansiedade; requer atenção de cuidadores

M Morte -

Caso não tenha compreendido a escala acima, responda o fluxograma na próxima página:

12

Fonte: Elaboração própria (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia da covid-19 evidenciou, mais do que nunca, a importância da ciência na construção de soluções para desafios globais. Nesse contexto, a difusão e a popularização do conhecimento científico tornam-se essenciais para aproximar a sociedade da ciência, promovendo um diálogo contínuo e acessível.

A criação de um e-book interativo voltado à síndrome pós-covid-19 representa um importante avanço na popularização da ciência e na educação em saúde. Ao capacitar indivíduos para reconhecer suas limitações e buscar assistência especializada, este material contribui para a reabilitação funcional e a melhora na qualidade de vida. Além disso, promove a aproximação entre ciência e sociedade, fortalecendo a compreensão pública sobre os impactos da pandemia e os caminhos para a recuperação. Que este produto seja um convite à reflexão e ao engajamento na construção de um futuro em que a ciência e a sociedade caminhem juntas, promovendo saúde, inovação e bem-estar para todos.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. **Coronavírus Brasil**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 19 nov. 2023.
- CARVALHO, F. R. S.; GOBBI, L. C. Fisiopatologia da COVID-19: repercussões sistêmicas. **UNESC em Revista**, v. 7, n. 2, p. 1–18, 2021. DOI: <http://orcid.org/0000-0003-0178-2414>. Disponível em: <http://revista.unesc.br/ojs/index.php/revistaunesc/article/view/245>. Acesso em: 20 nov.2023.
- DA COSTA, T. D. C. *et al.* Functional capacity of post COVID-19 patients. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 49, n. 3, p. 1–10, 2023. ISSN (on-line): 1806-3756. DOI: <https://dx.doi.org/10.36416/1806-3756/e20230121>. Disponível em: <https://jornaldepneumologia.com.br/details/3901/pt-BR/covid-19--clinical-factors-associated-with-functional-capacity-of-hospitalized-patients-at-admission-and-discharge;>. Acesso em: : 19 nov. 2023.
- DELBRESSINE, J. M. *et al.* The impact of post-covid-19 syndrome on self-reported physical activity. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 11, p. 1–11, 2021. DOI: 10.3390/ijerph18116017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34205086/>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- HUANG, Y. *et al.* COVID symptoms, symptom clusters, and predictors for becoming a long-hauler. **medRxiv**, 2021. DOI: 10.1177/10547738221125632. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7941647/>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- HUSSEIN, A. A. M. Post-COVID-19 functional status: relation to age, smoking, hospitalization, and comorbidities. **Annals of Thoracic Medicine**, v. 13, n. 3, p. 156–162, 2021. DOI: 10.4103/atm.atm_606_20. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8388571/>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- KLOK, F. A. *et al.* The post-COVID-19 functional status scale: a tool to measure functional status over time after COVID-19. **European Respiratory Journal**, v. 56, n. 1, p. 10–12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.01494-2020>. Disponível em: https://publications.ersnet.org/content/erj/56/1/2001494?_cf_chl_rt_tk=liqlR0mcROw

XmZLbIDx7MPscbVJ09QBZhiB4FH_W7LM-1748920424-1.0.1.1-0gqv5NCkiNT6uVHswaMJYDxQIShQ.j2Gh9EWFGhCHAK. Acesso em: 19 nov. 2023.

KOVELIS, D. *et al.* Validation of the MRC scale for Brazilian patients with COPD. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 34, p. 1008–1018, 2008. ISSN (on-line): 1806-3756. Disponível em: <https://www.jornaldepneumologia.com.br/details/868/pt-BR/validacao-do-modified-pulmonary-functional-status-and-dyspnea-questionnaire-e-da-escala-do-medical-research-council-para-o-uso-em-pacientes-com-doenca>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MACHADO, F. V. C. *et al.* Construct validity of the post-COVID-19 functional status scale. **Health and Quality of Life Outcomes**, v. 19, n. 1, p. 1–10, 2021. DOI: 10.1186/s12955-021-01691-2. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33536042/>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MALTA, M. *et al.* Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 3, p. 559–565, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102010000300021>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/3gYcXJLzXksk6bLLpvTdnYf/?lang=pt>. Acesso em: 15 nov. 2023.

NICE. Overview | COVID-19 rapid guideline: managing the long-term effects of COVID-19. Disponível em: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng188>. Acesso em: 19 nov. 2023.

NOGUEIRA, I. C.; FONTOURA, F. F.; CARVALHO, C. R. F. Recomendações para avaliação e reabilitação pós-COVID-19. **Assobrafir**, 2021. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1xe7tfg0uwul9.cloudfront.net/assobrafir-portal/wp-content/uploads/2021/07/Reab-COVID-19-Assobrafir-Final.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2023.

NOPP, S. *et al.* Outpatient pulmonary rehabilitation in patients with long COVID. *Respiration*, v. 101, n. 6, p. 593–601, 2022. Acesso em: 20 nov. 2023.

PETTO, J. *et al.* Interação entre SARS-CoV-2 e o sistema renina-angiotensina. **Revista Pesquisa em Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 198–210, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17267/2238-2704rpf.v11i1.3412>.

Disponível em: <https://www5.bahiana.edu.br/index.php/fisioterapia/article/view/3412>: Acesso em: 19 nov. 2023.

PORTELA, M. C. *et al.* COVID-19 inpatient mortality in Brazil from 2020 to 2022: a cross-sectional overview. **International Journal for Equity in Health**, v. 22, n. 1, p. 238, 2023. DOI: 10.1186/s12939-023-02037-8. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37978531/>. Acesso em: 20 dez. 2023.

REZENDE, C. A. *et al.* **Manejo pós-COVID-19. 2021.**

SEBRAE. **Entenda o conceito de design thinking.** Inovação. São Paulo, 07 fev. 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/>. Acesso em: 20 nov. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32730238/>. Acesso em: 19 nov. 2023.

TENFORDE, M. W. *et al.* Symptom duration and risk factors for delayed return to usual health among outpatients with COVID-19. **MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 69, n. 30, p. 993–998, 2020. DOI: 10.15585/mmwr.mm6930e1. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32730238/>. Acesso em: 19 nov. 2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. O método design thinking e a pesquisa em saúde. 2022. Acesso em: 20 nov. 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Coronavirus disease (COVID-19): fact sheet. **Newsroom**. 9 ago. 2023. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/coronavirus-disease-\(covid-19\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/coronavirus-disease-(covid-19)). Acesso em: 19 nov. 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **A clinical case definition of post COVID-19 condition by a Delphi consensus.** Geneva: WHO, 2021. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-Post_COVID-19_condition-Clinical_case_definition-2021.1. Acesso em: 19 nov. 2023.

DESENVOLVIMENTO DE UMA CARTILHA VIRTUAL DE EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA CONTROLE DE DOR E FADIGA EM INDIVÍDUOS PÓS-COVID-19 BASEADA EM EVIDÊNCIAS

RIOS, Mônica Andrade¹; GOES, Bruno Teixeira²; SÁ, Kátia Nunes³

¹ Mestre em Tecnologias em Saúde, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

² Doutor em Medicina e Saúde Humana, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

³ Doutora em Medicina e Saúde Humana, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

E-mail: monicandrader1@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, infecções virais de caráter endêmico e epidêmico têm impactado a humanidade. No final de 2019, em Wuhan, China, surgiu um novo coronavírus, o SARS-CoV-2, desencadeando a doença conhecida como covid-19 (El Zowalaty; Järhult, 2020; Wu *et al.*, 2020). A rápida disseminação do vírus levou a Organização Mundial da Saúde (OMS) a decretar, em março de 2020, o estado de pandemia (Covid-19 Map, 2020). Estima-se que a covid-19 tenha contribuído para aproximadamente 15 milhões de óbitos em todo o mundo, afetando de maneira mais severa indivíduos do sexo masculino, obesos, portadores de comorbidades e residentes em regiões socioeconomicamente vulneráveis (Grimley, 2022).

Embora medidas de contenção, como o distanciamento social, o uso de equipamentos de proteção individual e a vacinação em larga escala, tenham reduzido a propagação do

vírus (Rede Governamental da China, 2020), muitos indivíduos continuam a enfrentar sequelas persistentes. Os sintomas mais recorrentes incluem dor crônica, déficit cognitivo e fadiga prolongada (Carfi *et al.*, 2020; Orrù *et al.*, 2021; Raveendran; Jayadevan; Sashidharan, 2021). Além disso, os impactos da infecção a longo prazo ainda não estão totalmente elucidados (Adhikaria *et al.*, 2020; Pascarella *et al.*, 2020).

A prática regular de exercícios físicos tem sido amplamente estudada como estratégia terapêutica para diversos sintomas, incluindo dor, fadiga e alterações psicológicas. A literatura científica destaca os benefícios do exercício para a regulação do sistema nervoso autônomo, a regeneração dos sistemas musculoesquelético e cardiorrespiratório, bem como para a melhora do bem-estar emocional e cognitivo (Bricca *et al.*, 2020; Geneen *et al.*, 2017; Stonerock *et al.*, 2015).

2. DESENVOLVIMENTO

A dor e a fadiga crônica são condições debilitantes, capazes de comprometer significativamente a qualidade de vida e a funcionalidade dos indivíduos acometidos. Esses sintomas não são exclusivos da covid-19, sendo observados também em infecções por outros vírus, como o HIV (Azagem *et al.*, 2017; Wilson *et al.*, 2016), HTLV-1 (Mendes *et al.*, 2013) e Chikungunya (Mendes *et al.*, 2013; Soumahoro *et al.*, 2009). No entanto, a literatura ainda carece de ensaios clínicos randomizados e revisões sistemáticas robustas que avaliem especificamente a eficácia dos exercícios físicos para o controle da dor e fadiga em indivíduos pós-covid-19. Diante desse cenário, o presente produto fundamentou-se na melhor evidência disponível, obtida por meio de uma revisão sistemática conduzida pelos próprios autores (Rios *et al.*, 2022). Com base nessa análise, foi desenvolvido um protocolo de exercícios estruturado para atender às necessidades dos indivíduos pós-covid-19, que está disponível no Repositório da Escola Bahiana de Medicina e Saúde

Pública, através do link: <https://repositorio.bahiana.edu.br:8443/jspui/handle/bahiana/6719>.

A elaboração do protocolo seguiu uma abordagem sistemática, envolvendo reuniões com três pesquisadores para avaliar criticamente as evidências científicas e estabelecer diretrizes para sua implementação. Os exercícios foram selecionados a partir de estudos que apresentaram significância estatística em meta-análises, com baixo risco de viés. Destacam-se os protocolos de treinamento resistido na população com Chikungunya (Neumann *et al.*, 2021) e os estudos sobre Pilates aplicados a indivíduos com Chikungunya (de Oliveira *et al.*, 2019) e HTLV-1 (Borges *et al.*, 2014).

2.1 Estrutura do protocolo de exercícios

A prescrição do exercício seguiu parâmetros como intensidade, frequência, progressão e tempo. A intensidade foi determinada pela Escala de Percepção de Esforço de Borg (6-20), amplamente utilizada em pesquisas sobre essa população. Segundo publicação do ano de 2013 do American College of Sports Medicine (ACSM), essa escala apresenta alta correlação com a frequência cardíaca, podendo ser utilizada para monitoramento da intensidade do esforço (Scherr *et al.*, 2013).

Os melhores resultados foram observados em protocolos que iniciavam com treinamento aeróbico seguido por treinamento resistido. O treino aeróbico, realizado inicialmente por 20 minutos, foi prescrito com intensidade correspondente a 40% da frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) ou Borg 10-11, progredindo para 70% da FC_{máx} ou Borg 14-16. As opções de exercício incluíram caminhada, bicicleta ergométrica e esteira.

Após o treino aeróbico, foi indicado o treino resistido, conforme as diretrizes do ACSM, que define esse tipo de exercício como aquele que utiliza carga igual ou superior a 40% da repetição máxima (1RM) (Garber *et al.*, 2011). A progressão foi estruturada para iniciar com 50% de 1RM, aumentando para 70%, distribuída em três séries de oito repetições, com intervalos de dois minutos

entre as séries. O treinamento resistido foi aplicado com o uso de resistência manual, faixas elásticas, halteres ou até utensílios domésticos adaptados.

O método Pilates foi incorporado ao protocolo devido à sua eficácia na redução da dor em populações acometidas por Chikungunya e HTLV-1 (Borges *et al.*, 2014; de Oliveira *et al.*, 2019). O programa inclui exercícios baseados nos princípios de respiração, concentração e controle motor, realizados em solo. Os exercícios foram organizados em uma cartilha virtual composta por orientações detalhadas, descrições ilustradas dos movimentos e QR Codes direcionando a vídeos explicativos (figuras 1 e 2).

Figura 1 – Capa da cartilha de exercícios no controle de dor e fadiga pós-covid-19



Fonte: Cartilha elaborada pelos próprios autores. Disponível em: <https://repositorio.bahiana.edu.br:8443/jspui/handle/bahiana/6719>.

Figura 2 – Ficha de exercícios no controle de dor e fadiga pós-covid-19



Fonte: Cartilha elaborada pelos próprios autores. Disponível em: <https://repositorio.bahiana.edu.br:8443/jspui/handle/bahiana/6719>.

2.2 Evidências sobre exercício e fadiga após infecções virais

Embora o estado da arte sobre fadiga pós-covid-19 ainda seja limitado, há evidências científicas sobre os benefícios do exercício em outras populações após infecções virais. Ensaios clínicos demonstraram que programas aeróbicos, realizados entre 60-80% da FCmáx por 12 semanas, foram eficazes na redução da fadiga em indivíduos com HIV (Smith *et al.*, 2001). Estudos envolvendo pacientes com síndrome da fadiga crônica apontam efeitos significativos para modalidades aeróbicas como caminhada, ciclismo, natação e dança (Larun *et al.*, 2019).

No contexto da covid-19, diretrizes internacionais, como as da Sociedade Respiratória Europeia (ERS) e da Sociedade Torácica Americana (ATS), enfatizam a importância da reabilitação física para pacientes pós-hospitalização. Recomenda-se a introdução de exercícios leves a moderados, monitorando a saturação periférica de oxigênio, preferencialmente entre a sexta e a oitava semana após a alta (Larun *et al.*, 2019; Wilson, 2020). Um estudo preliminar baseado em consenso de especialistas testou um programa de

reabilitação para indivíduos pós-covid-19, associando exercícios aeróbicos, fortalecimento muscular e educação em saúde. Os resultados indicaram uma redução significativa da fadiga (Daynes *et al.*, 2021).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cartilha de exercícios para dor e fadiga pós-covid-19 representa um recurso acessível e baseado em evidências, visando à promoção da saúde e à reabilitação dessa população. Materiais educativos bem-estruturados, com embasamento científico e linguagem clara, são essenciais para a adesão ao tratamento.

Ao compartilhar esse conhecimento, contribuímos para a disseminação de informações científicas e a promoção da qualidade de vida. Além disso, a sistematização do desenvolvimento dessa cartilha possibilita a reprodutibilidade de novas estratégias educacionais fundamentadas na medicina baseada em evidências.

REFERÊNCIAS

ADHIKARI, S. P. *et al.* Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. **Infectious diseases of poverty**, v. 9, n. 1, p. 29, 2020. DOI: 10.1186/s40249-020-00646-x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32183901/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

AZAGEW, A. W. *et al.* High prevalence of pain among adult HIV-infected patients at University of Gondar Hospital, Northwest Ethiopia. **Journal of pain research**, v. 10, p. 2461–2469, 2017. DOI: 10.2147/JPR.S141189. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29075137/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

BORGES, J. *et al.* Pilates exercises improve low back pain and quality of life in patients with HTLV-1 virus: a randomized crossover clinical trial. **Journal of bodywork and movement**

therapies, v. 18, n. 1, p. 68–74, 2014. DOI: 10.1016/j.jbmt.2013.05.010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24411152/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

BRICCA, A. *et al.* Benefits and harms of exercise therapy in people with multimorbidity: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **Ageing research reviews**, v. 63, p. 101166, 2020. DOI: 10.1016/j.arr.2020.101190. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32896665/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

CARFÌ, A. *et al.* GEMELLI AGAINST COVID-19 POST-ACUTE CARE STUDY GROUP. **Persistent Symptoms in Patients After Acute COVID-19**. **JAMA**, v. 324, n. 6, p. 603–605, 2020. DOI: 10.1001/jama.2020.12603. Disponível em: https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2768351#google_vignette. Acesso em: 11 de junho de 2025.

COVID-19 Map. [s. d.]. Disponível em: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. Acesso em: 26 mar. 2025.

DAYNES, E. *et al.* Early experiences of rehabilitation for individuals post-COVID to improve fatigue, breathlessness exercise capacity and cognition - A cohort study. **Chronic respiratory disease**, v. 18, p. 14799731211015691, 2021. DOI: 10.1177/14799731211015691. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33957805/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

DE OLIVEIRA, B. F. A. *et al.* Pilates method in the treatment of patients with Chikungunya fever: a randomized controlled trial. **Clinical rehabilitation**, v. 33, n. 10, p. 1614–1624, 2019. DOI: 10.1177/0269215519856675. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31230466/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

EL ZOWALATY, M. E.; JÄRHULT, J. D. From SARS to COVID-19: A previously unknown SARS- related coronavirus (SARS-CoV-2) of pandemic potential infecting humans - Call for a One Health approach. **One health** (Amsterdam, Netherlands), v. 9, p. 100124, 2020. DOI: 10.1016/j.onehlt.2020.100124. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32195311/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

GARBER, C. E. *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21694556/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

GENEEN, L. J. *et al.* Physical activity and exercise for chronic pain in adults: an overview of Cochrane Reviews. **The Cochrane database of systematic reviews**, v. 4, n. 4, p. CD011279, 2017. DOI: 10.1002/14651858.CD011279.pub3. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28436583/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

GRIMLEY, N. Número real de mortes por covid no mundo pode ter chegado a 15 milhões, diz OMS. **BBC News**, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-61332581>. Acesso em: 26 mar. 2025.

LARUN, L. *et al.* Exercise therapy for chronic fatigue syndrome. **The Cochrane database of systematic reviews**, v. 10, n. 10, p. CD003200, 2019. DOI: 10.1002/14651858.CD003200.pub9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31577366/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

MENDES, S. M. D. *et al.* Pain is highly prevalent in individuals with tropical spastic paraparesis. **Health care**, v. 1, n. 3, p. 47, 2013. DOI: 10.12966/hc.11.01.2013. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://vbn.aau.dk/files/452873618/Mendes_2c_20SMD_20Pain_20is_20highly....pdf. Acesso em: 11 de junho de 2025.

NEUMANN, I. L. *et al.* Resistance exercises improve physical function in chronic Chikungunya fever patients: a randomized controlled trial. **European journal of physical and rehabilitation medicine**, v. 57, n. 4, p. 620–629, 2021. DOI: 10.23736/S1973-9087.21.06520-5. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33448754/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

ORRÙ, G. *et al.* Long-COVID Syndrome? A Study on the Persistence of Neurological, Psychological and Physiological Symptoms. **Healthcare** (Basel, Switzerland), v. 9, n. 5, 2021. DOI: 10.3390/healthcare9050575. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/healthcare9050575>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

PASCARELLA, G. *et al.* COVID-19 diagnosis and management: a comprehensive review. **Journal of internal medicine**, v. 288, n. 2, p. 192–206, 2020. DOI: 10.1111/joim.13091. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32348588/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

RAVEENDRAN, A. V.; JAYADEVAN, Rajeev; SASHIDHARAN, S. Long COVID: An overview. **Diabetes & metabolic syndrome**, v. 15, n. 3, p. 869–875, 2021. DOI: 10.1016/j.dsx.2021.04.007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33892403/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

RIOS, M. A. *et al.* Physical exercise in the control of pain or fatigue associated with viral infections: systematic review. **Brazilian Journal Of Pain**, v. 5, n. 3, 2022. DOI: 10.5935/2595-0118.20220048-en. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brjp/a/brBHqLXtjzjyHq3pS5cvCPr/?lang=en>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

SCHERR, J. *et al.* Associations between Borg’s rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 1, p. 147–155, 2013. DOI: 10.1007/s00421-012-2421-x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22615009/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

SMITH, B. A. *et al.* Aerobic exercise: effects on parameters related to fatigue, dyspnea, weight and body composition in HIV-infected adults. **AIDS** (London, England), v. 15, n. 6, p. 693–701, 2001. DOI: 10.1097/00002030-200104130-00004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11371683/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

SOUMAHORO, M. *et al.* Impact of Chikungunya virus infection on health status and quality of life: a retrospective cohort study. **PloS one**, v. 4, n. 11, p. e7800, 2009. DOI: 10.1371/journal.pone.0007800. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19911058/>. Acesso em: STONEROCK, G. L. *et al.* Exercise as Treatment for

Anxiety: Systematic Review and Analysis. **Annals of behavioral medicine: a publication of the Society of Behavioral Medicine**, v. 49, n. 4, p. 542–556, 2015. DOI: 10.1007/s12160-014-9685-9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25697132/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

REDE GOVERNAMENTAL DA CHINA - Relatórios da agência estatal central. **Guidelines for Public Protection against Pneumonia Infected by Novel Coronavirus**. 2020. Disponível em: <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s7915/202001/bc661e49b5bc487dba182f5c49ac445b.shtml>. Acesso em: 26 mar. 2025.

WILSON, K. C. Consensus-based recommendations in respiratory medicine. **The European respiratory journal: official journal of the European Society for Clinical Respiratory Physiology**, v. 56, n. 6, p. 2002889, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.02889-2020>. Disponível em: <https://publications.ersnet.org/content/erj/56/6/2002889>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

WILSON, N. L. *et al.* Identifying Symptom Patterns in People Living With HIV Disease. **The Journal of the Association of Nurses in AIDS Care: JANAC**, v. 27, n. 2, p. 121–132, 2016. DOI: 10.1016/j.jana.2015.11.009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26790340/>. Acesso em: 11 de junho de 2025.

WU, F. *et al.* A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. **Nature**, v. 579, n. 7798, p. 265–269, 2020. DOI: 10.1038/s41586-020-2202-3. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32015508/>. Acesso em: 26 mar. 2025.

DIGITAL TWIN NA ÁREA DA SAÚDE: RESULTADOS OBTIDOS APÓS A APLICAÇÃO EM UM HOSPITAL PÚBLICO DA BAHIA

LOPES, Emilli Cássia Souza¹; CERQUEIRA, Eduardo Abreu
Batista¹; PIMENTEL, Cristiane Agra²

¹ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

² Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais; Universidade
Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

E-mail: emilli.cassia@aluno.ufrb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, novas tecnologias surgem com o objetivo de revolucionar diversos setores, facilitando a forma de trabalhar e trazendo maior simplicidade e segurança para quem as utiliza. A área da saúde se trata de um setor de grande complexidade que necessita de maior cuidado quando se trata de toda e qualquer mudança de processos hospitalares. Sendo assim, a integração de uma tecnologia que auxilie em uma análise preditiva dos eventos que podem ocorrer no meio hospitalar é de suma importância para garantir, principalmente, a segurança do paciente. Uma dessas tecnologias inovadoras que tem despertado grande interesse é o conceito de *Digital Twin* ou Gêmeo Digital (Attaran, 2023).

Essa abordagem permite criar uma réplica virtual de um processo, produto ou, no caso da saúde, até mesmo de um paciente, podendo simular situações diárias de hospitais, para assim solucionar problemas de diversos tipos. Os gêmeos digitais, representações virtuais precisas de sistemas físicos, têm o potencial de transformar a forma como prestamos cuidados de saúde. Eles podem melhorar a precisão do diagnóstico, otimizar os

tratamentos e até mesmo prever futuras complicações de saúde e cenários cotidianos que contribuem para o aprimoramento da gestão hospitalar. No entanto, a implementação dessa tecnologia inovadora não está isenta de desafios (Vallée, 2023).

Os *Digital Twins* representam uma forma avançada de simulação. Eles são modelos virtuais de um processo, produto ou serviço que permitem a análise de dados e a monitorização de sistemas para prever problemas antes que eles ocorram, prevenir tempo de inatividade, desenvolver novas oportunidades e até mesmo planejar o futuro usando simulações. A modelagem de um sistema real tem como objetivo simular um cenário que permita análises e visualizações, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões (Lopes; Araujo; Pimentel, 2024). Estudos como o de Oliveira *et al.* (2024), que visam implementar um processo existente em um software de simulação, atestam a eficácia dessa ferramenta. Ao modelar e simular a capacidade de um processo já em operação, a tecnologia se mostrou viável para auxiliar na tomada de decisões. Como resultado do estudo, foi possível avaliar o desempenho e a produtividade da operação.

Por meio da simulação, pode-se experimentar e confirmar situações hospitalares, identificando potenciais aprimoramentos sem impactar o ambiente real. Isso também permite a geração de métricas para a avaliação de cada situação, levando a benefícios como a melhoria de processos e a diminuição de despesas (Karunianto; Agusti; Buwono, 2023).

Além disso, a combinação dessa tecnologia com filosofias já existentes pode ocasionar estudos com ótimos resultados. A filosofia *Lean*, conhecida como Sistema de Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção, originou-se nas fábricas da Toyota, no Japão. Seu objetivo é otimizar processos, maximizar a eficiência e eliminar desperdícios na indústria, utilizando ferramentas específicas para agregar maior valor aos produtos ou serviços oferecidos (Marques; Corrêa; da Costa, 2023). No Brasil, a filosofia *Lean* ganhou maior visibilidade após a criação dos projetos “*Lean* nas UPAS” do Ministério da Saúde em parceria com a

Universidade Federal Fluminense (UFF) e “Lean nas emergências” do Ministério da Saúde em parceria com o Hospital Sírio Libânes. Desde sua criação, os projetos já alcançaram excelentes resultados em unidades hospitalares do Brasil, reduzindo até 79% da lotação em emergência em unidades hospitalares (Brasil, 2022).

Sendo assim, o estudo da filosofia *Lean*, em conjunto com a simulação, fase 1 do *Digital Twin*, pode ser de grande benefício para a área da saúde, uma vez que, a partir da implementação destes, é possível obter melhorias no ambiente hospitalar como redução do *lead time*; melhoria do fluxo de pacientes, maior segurança na tomada de decisão, menor chances de retrabalho, além da otimização e análise preditiva de eventos hospitalares.

Com isso, este estudo tem o objetivo de demonstrar as etapas de criação de um *Digital Twin* e apresentar os resultados obtidos a partir da aplicação da tecnologia em um hospital público da Bahia.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este estudo possui caráter descritivo e exploratório, utilizando variáveis quantitativas e adotando uma abordagem de pesquisa-ação. Conforme Bunder e Barros (2019), essa modalidade de pesquisa é conduzida por meio de alternância entre a ação prática e a reflexão crítica, possibilitando ao pesquisador validar a hipótese formulada. Ademais, também se enquadra no método de estudo de caso, que, de acordo com Sátyro e D'Albuquerque (2020), é fundamental para a compreensão de fenômenos sociais complexos que exigem investigação detalhada, preservando suas características holísticas.

A pesquisa foi desenvolvida em um hospital público da cidade de Feira de Santana, Bahia, Brasil, o Hospital da Mulher, que tem como foco o atendimento de gestantes e serviços de apoio à maternidade. Com foco em suas farmácias (central e satélite) que possuem alto fluxo de medicamentos, com destino aos centros

cirúrgicos obstétricos para partos normais e cesarianas (denominados nesta pesquisa como CO1 e CO2) do hospital.

Ao longo de um período de quatro meses, entre junho e dezembro de 2023, foram observados os processos realizados no hospital. Nesse período, analisou-se a ocorrência de problemas no fluxo de medicamentos da farmácia central para a farmácia satélite e para os centros de obstetrícia (CO1 e CO2). Entre as entregas que saíam da farmácia central para os COs e a farmácia satélite, foi notado um alto fluxo de medicamentos entre esses setores, que ficam distantes um do outro, o que acarretou a geração de desperdícios, os quais estavam prejudicando o processo. Dentre os desperdícios encontrados, os principais foram de movimentação, espera e transporte.

Diante disso, utilizou-se da tecnologia de *Digital Twin* como ferramenta-chave para a resolução dos problemas. Com isso, foi possível modelar diversos cenários muito próximos à realidade, para aplicar as melhorias propostas e receber o feedback do software e assim viabilizar a realização das análises. Posteriormente, no software de simulação FlexSim, versão 23.0.14, especialmente voltado para *healthcare*, foi realizada a simulação do cenário atual, em que foi necessário alocar as plantas do hospital, para traçar os setores nos locais exatos e buscar maior similaridade, além de adicionar os funcionários e os fluxos que estavam acontecendo. Dessa forma, após as análises realizadas no cenário atual, foram propostas melhorias de maneira que resolvessem os gargalos encontrados e assim modelou-se um cenário futuro aplicando essas melhorias.

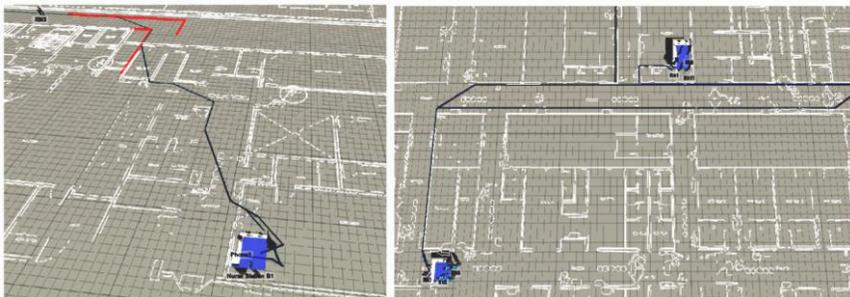
Em seguida, adicionaram-se os indicadores do próprio simulador nos dois cenários. Foi utilizado o “*Heat Map*”, indicador que traça um diagrama de espaguete para mapear os locais em que os funcionários se deslocaram, o “*Avg Distance*”, que calcula a distância simulada percorrida em cada um dos cenários, e o “*Avg State*”, o qual calcula as ações que estão gerando valor, neste caso, o tempo simulado em que o funcionário está caminhando e o tempo simulado em que está entregando o medicamento. A partir disso,

foi possível obter os gráficos para realizar uma comparação dos resultados. Além disso, para uma maior similaridade, os dois cenários foram rodados por um tempo de 1 hora e 20 minutos, que era o tempo médio que demoravam para serem realizadas as entregas. Com isso, foi possível realizar uma análise comparativa entre os cenários.

2.2 Resultados e discussão

Inicialmente, foi necessário inserir as plantas baixas do hospital no simulador, permitindo que, ao modelar os cenários, fosse possível identificar com precisão a localização da farmácia central, da farmácia satélite, do CO1 e do CO2. Durante a modelagem do cenário atual, verificou-se que os setores estavam distribuídos em andares diferentes no hospital. Por essa razão, as plantas foram posicionadas uma sobre a outra no simulador, representando o térreo e o primeiro andar, com o objetivo de tornar a simulação o mais fiel possível à realidade. Foi modelado o cenário atual, ilustrando a saída do plantonista com os medicamentos da farmácia central, localizada no primeiro andar, em direção à farmácia satélite e aos centros obstétricos (CO1 e CO2). Na figura 1, é possível observar o cenário atual com o fluxo que estava ocorrendo no hospital.

Figura 1 – Cenário atual: visão da saída e chegada de medicamentos da Farmácia Central em direção ao CO2



Fonte: Autoria própria (2023).

Com a modelagem do cenário atual, identificaram-se desperdícios como movimentação, pois no momento da separação, existe um alto fluxo de pessoas e um déficit na disposição dos medicamentos, gerando movimentação desnecessária; transporte, já que vários pedidos são realizados para o mesmo setor, fazendo com que os plantonistas se desloquem várias vezes por dia, por longas distâncias; e espera, pois quando não é avisado que o pedido é de urgência, o medicamento leva cerca de 40 minutos para ser entregue.

Com isso, visando a otimização dos processos que estavam ocorrendo, foram propostas as seguintes melhorias:

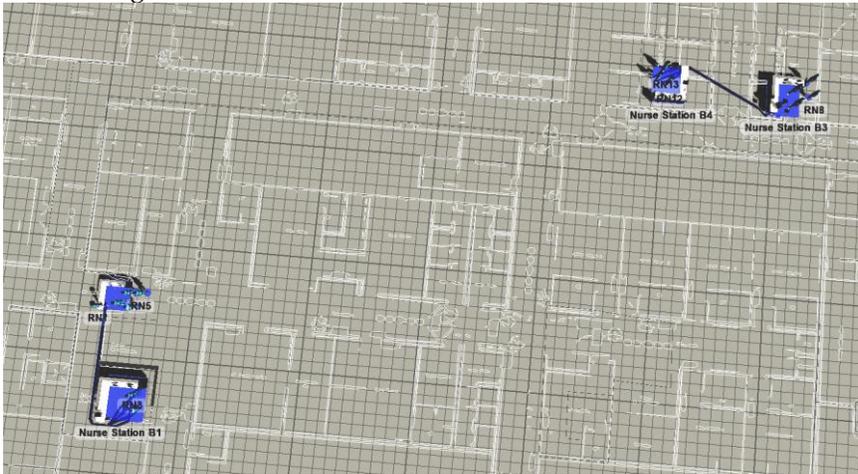
1) Criação de uma nova farmácia satélite que atende somente o CO2, de maneira que haja a diminuição da distância percorrida entre os setores e, por consequência, a diminuição no tempo de entrega;

2) Mudança dos principais medicamentos da farmácia central para a farmácia satélite, de forma que se melhore a ordenação dos kits montados e a diminuição no tempo de espera;

3) Mudança nos fluxos dos medicamentos com sinalização de urgência, o que resultaria na otimização dos fluxos de medicamentos e na diminuição da espera do medicamento urgente.

Sendo assim, foi possível criar um novo cenário, denominado “cenário futuro”, em que os fluxos foram redesenhados, já com a aplicação das melhorias propostas, de maneira que se sanassem os gargalos existentes e se buscasse um “cenário ótimo”. No cenário futuro, foram modelados os dois centros obstétricos, possuindo uma farmácia satélite para cada. Com a adição de um novo setor combinado com as melhorias 2 e 3, os desperdícios de espera, movimentação e transporte seriam resolvidos, possibilitando a otimização dos fluxos que estavam ocorrendo. Na figura 2, observa-se o cenário futuro.

Figura 2 – Cenário futuro: novo fluxo de medicamentos



Fonte: Autoria própria (2023).

Para a realização da análise de dados, foram utilizados indicadores do próprio simulador, de maneira com que fosse possível realizar uma análise comparativa entre os dois cenários. O primeiro indicador utilizado foi o *Heat Map* para traçar um diagrama de espaguete nos dois cenários e realizar uma análise por comparação dos fluxos. A partir dele, foi possível observar uma linha vermelha que passa por onde o plantonista percorre os dois cenários. Por meio desse indicador, já é possível perceber uma diminuição na distância em que o plantonista percorre, sanando os gargalos de movimentação e transporte.

Buscando confirmar e validar essa informação, foram utilizados os indicadores *AVG State* e *Avg Distance*. O *AVG State* demonstra o percentual das ações que ocorrem no fluxo, o qual é dividido em três tipos de variáveis: o *In transit*, que, neste caso, é o tempo em que o plantonista está andando, o *Providing Care*, que é o tempo de processo realizado, ou seja, a ação que está gerando valor, neste caso, a entrega dos medicamentos, e o *Idle*, que é o tempo disponível do plantonista.

Como resultado, identificou-se que, no cenário futuro, houve redução no tempo de caminhada do plantonista, que passou a

representar 2,27% do tempo total, em contraste com exatos 16,47% registrados no cenário atual. Além disso, o tempo dedicado às entregas de medicamentos também foi otimizado, aumentando para 11,98% no futuro, em comparação com 5,39% registrados no cenário atual. Essa mudança evidencia um aumento significativo no valor agregado ao fluxo.

No entanto, no cenário atual, o tempo disponível do plantonista (*Idle*) é de 78,14%, enquanto no futuro ele aumenta para 85,75%. Isso indica que, com a transferência dos principais medicamentos para as farmácias satélites, o plantonista terá mais tempo disponível para se dedicar a outras atividades que agreguem valor ao processo, como organizar pedidos, preparar kits de medicamentos, entre outras tarefas.

Outro indicador também utilizado no simulador foi o *AVG Distance*, que permite a realização de uma análise referente aos desperdícios de transporte e movimentação. Esse parâmetro mede a distância percorrida pelo plantonista para realizar as entregas de medicamentos. Ao analisar os resultados obtidos a partir da distância simulada, no cenário atual, o plantonista percorre 1173,11 metros, uma distância significativamente maior em comparação a 125,35 metros registrados no cenário futuro. A comparação entre os gráficos evidencia que *AVG Distance* confirma o indicador *In transit* do *Avg State* e o *Heat Map*, uma vez que ambos apresentam redução na distância e no tempo de deslocamento do plantonista. Essa melhoria permite eliminar desperdícios relacionados à movimentação desnecessária e ao transporte de medicamentos, contribuindo para a otimização máxima dos fluxos no hospital.

Assim como este, outro trabalho que demonstra a importância do uso da simulação em processos hospitalares é o estudo de Karunianto, Agusti e Buwono (2023), realizado no Hospital *Siaga Medika Banyumas*, na Indonésia, em que a simulação foi utilizada para melhorar a eficiência do atendimento ao paciente. Por meio do simulador, foi possível criar um cenário idêntico ao real, caracterizado pelos sistemas de filas que estavam ocorrendo e gerando desperdícios no processo, como o aumento no tempo de

espera. Sendo assim, foi projetado um novo cenário com um novo sistema de filas, mais eficiente e produtivo, alcançado por meio da redistribuição das tarefas entre as estações de trabalho, garantindo, assim, uma distribuição mais balanceada do tempo de conclusão do processo. A validação desse novo cenário ocorreu por meio da comparação do cenário atual com o proposto, evidenciando benefícios como a redução do número de pacientes em filas de espera; a melhoria na experiência do paciente no hospital e o impacto positivo na capacidade de atendimento. Assim, fica evidente o grande potencial e a importância da tecnologia em qualquer setor hospitalar que seja aplicada, uma vez que atende a diversos objetivos, possibilitando ganhos de eficiência e produtividade para o hospital de maneira geral.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, foi possível observar e demonstrar como o *Digital Twin* se destaca como uma tecnologia que auxilia na tomada de decisão e melhoria de fluxos. Na área da saúde, possui relevância ainda mais significativa, pois toda e qualquer alteração nos processos hospitalares reais pode impactar diretamente a vida humana. Por isso, testar mudanças antes de implementá-las torna-se essencial nesse setor. Essa simulação foi fundamental para analisar o investimento financeiro na criação de uma nova farmácia satélite dentro do hospital, uma vez que permitiu validar sua eficiência por meio dos cenários simulados. Além disso, as demais melhorias propostas aumentam a probabilidade de resolver os gargalos existentes no processo, resultando na otimização dos fluxos. A versão *Healthcare* do software *FlexSim* mostrou-se uma ferramenta de fácil uso e alta eficiência, com potencial de aplicação em diferentes setores do hospital. Embora o investimento inicial seja alto, os softwares de simulação oferecem resultados satisfatórios que contribuem diretamente para auxiliar nas tomadas de decisão e na diminuição das chances de erro.

REFERÊNCIAS

ATTARAN, M.; CELIK, B. G. Digital Twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities. **Decision Analytics Journal**, v. 6, n. 80, p. 100165, 2023. DOI: 10.1016/j.dajour.2023.100165. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/367314465_Digital_Twin_Benefits_use_cases_challenges_and_opportunities. Acesso em: 9 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Hospital alagoano reduz em 79% lotação na emergência**. 2022. Disponível em: Hospital alagoano reduz em 79% lotação na emergência. Acesso em: 9 jan. 2025.

BUNDER, J.; BARROS, G. G. O estudo de caso e a pesquisa-ação: compreensão teórica e evidências empíricas. **Simpósio Brasileiro de Qualidade de Projeto do Ambiente Construído**, v. 6, n. 1, p. 1561-1565, 2019. DOI: 10.37885/220508816. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmninnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://downloads.e](chrome-extension://efaidnbmninnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://downloads.editorcientifica.com.br/articles/220508816.pdf) Acesso em: 9 jan. 2025.

KARUNIANTO, H.; AGUSTI, F.; BUWONO, R. I. Optimization of the queue system using line balancing methods and FlexSim software simulation at the Siaga Medika Banyumas Hospital. **Proceeding of International Conference on Science, Health, and Technology**, [S. n.], p. 473-481, 2023. DOI: <https://doi.org/10.47701/icohetech.v4i1.3428>. Disponível em: <https://www.scilit.com/publications/1606be64ed6ba5ad2382a9b12cc3c3d3>. Acesso em: 8 jan. 2025

LOPES, E. C. S.; ARAÚJO, A. C.; PIMENTEL, C. A. Simulação aplicada à melhoria de fluxo em um hospital público. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 10, n. 3, p. 435-448, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47456/bjpe.v10i3.45221>. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/45221>. Acesso em: 7 jan. 2025

MARQUES, W.; CORRÊA, A. M. L.; DA COSTA, L. M. B. Filosofia Lean Manufacturing e suas ferramentas como potencializadoras da melhoria contínua de uma cafeteria. **South American Development Society Journal**, v. 9, n. 27, p. 60-60, 2023. DOI:

<https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v9i27p60-86>. Disponível em: <https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/657>. Acesso em: 9 jan. 2025.

OLIVEIRA, D. M. *et al.* Simulação para melhorar fluxo de exames em um laboratório hospitalar. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 10, n. 2, p. 452-465, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47456/bjpe.v10i2.44642>. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/44642>. Acesso em: 7 jan. 2025

SÁTYRO, N. G. D.; D'ALBUQUERQUE, R. W. O que é um estudo de caso e quais as suas potencialidades. **Sociedade e Cultura**, v. 23, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5216/sec.v23i.55631>. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fcs/article/view/55631>. Acesso em: 9 jan. 2025.

VALLÉE, A. Digital twin for healthcare systems. **Frontiers in Digital Health**, v. 5, p. 1253050, 2023. DOI: [10.3389/fdgth.2023.1253050](https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1253050). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37744683/>. Acesso em: 6 jan. 2025.

EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO EM SAÚDE COM IMPACTO SOCIAL

MARINHO, Walter¹

¹ Mestrando em Economia, Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP); RGB

E-mail: waltermarinhooo3@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O século XXI tem sido marcado por uma profunda reconfiguração dos sistemas de saúde globais. Crises sanitárias, como a pandemia da covid-19, revelaram não apenas a fragilidade das estruturas tradicionais, mas também o potencial de soluções inovadoras e empreendedoras para transformar realidades e ampliar o acesso à saúde. Nesse contexto, o empreendedorismo e a inovação em saúde emergem como vetores fundamentais para a promoção de equidade, eficiência e impacto social (World Health Organization, 2022; Kickbusch *et al.*, 2021).

A adoção acelerada de tecnologias digitais, como telemedicina, inteligência artificial, biotecnologia, sistemas de rastreamento, plataformas móveis e wearables, permitiu a ampliação do acesso em regiões remotas, a continuidade do cuidado durante períodos de isolamento e a descentralização de serviços de alta complexidade. Segundo estudo publicado na Lancet Digital Health (Wosik *et al.*, 2020), o uso da telemedicina aumentou em mais de 400% durante os meses críticos da pandemia, e grande parte dessas soluções permanece como infraestrutura permanente dos sistemas de saúde.

Além da tecnologia, observa-se uma expansão dos modelos de governança organizacionais e de negócio voltados para o impacto

social, especialmente em países em desenvolvimento. O conceito de inovação frugal e de startups sociais em saúde tem sido explorado em diversos países com foco na inclusão de populações historicamente marginalizadas (Agarwal *et al.*, 2021; OECD, 2020). Esses modelos buscam criar valor com recursos limitados, por meio de soluções adaptadas à realidade local, colaborando com sistemas públicos e organizações comunitárias.

Universidades, centros de pesquisa e escolas de medicina exercem papel estratégico como catalisadores de soluções de alto impacto. Iniciativas como incubadoras acadêmicas, ligas de empreendedorismo em saúde e parcerias público-privadas têm estimulado jovens talentos a atuarem com responsabilidade social, inovação e sustentabilidade (Chataway *et.al.*, 2014).

A importância das Instituições de Ensino em Saúde nessas dimensões ultrapassa o seu papel na formação de profissionais qualificados, tendo papel primordial no/para o desenvolvimento social das regiões onde estão inseridas , sendo uma percepção durante minha palestra na Universidade Bahiana de Medicina (Pierantoni, C. R., Magnago, C., & Vieira, S. P., 2019).

Seja por meio de projetos de extensão, pesquisas aplicadas ou de parcerias com governo e a iniciativa privada, quando conectadas com demandas reais de territórios vulneráveis, essas instituições podem catalisar transformações significativas, promovendo tanto o acesso ao conhecimento quanto aos serviços de saúde, gerando indicadores, empregos e estimulando uma cultura com ciclos virtuosos de inclusão, prevenção e bem-estar coletivo.

O empreendedorismo integrado à inovação é uma ferramenta fundamental que vem promovendo grandes mudanças na sociedade desde os primórdios. No campo da saúde, essa abordagem permitiu o desenvolvimento de soluções não apenas criativas, mas embasadas na ciência e com aplicação de tecnologias que transformam os desafios enfrentados pelas comunidades de baixa renda ou em situações de extrema pobreza. Ao unirmos conhecimento acadêmico, recursos tecnológicos e práticas empreendedoras, é possível mudar significativamente a qualidade

de vida da população e fomentar um desenvolvimento mais inclusivo e sustentável (Anastacio, 2018).

A implementação dessas práticas requer experiência nexialista, governança inovadora, diplomática e econômica com estratégias bem definidas, a exemplo da realização de mapeamento, por parte das Instituições de Ensino em Saúde, das necessidades específicas das comunidades, através de pesquisas de campo e parcerias com lideranças locais. Em seguida, é essencial estabelecer colaborações com especialistas, startups, indústrias e instituições governamentais para viabilizar recursos e expertise que geram. Por fim, a economia traz a mensuração dos impactos, que são indispensáveis e subsidiam o processo de melhoria contínua na promoção do acesso à saúde e qualidade de vida da população.

Diante desse cenário, o presente capítulo propõe uma análise crítica e aplicada sobre como o empreendedorismo e a inovação em saúde podem produzir efeitos sociais catalisadores, mensuráveis e sustentáveis, que podem reduzir desigualdades. Para isso, serão explorados casos reais, evidências científicas e experiências nacionais e internacionais que exemplificam o papel transformador de iniciativas que integram tecnologia, gestão, ciência e compromisso ético com a vida humana.

2. HISTÓRICO E CONTEXTOS GLOBAIS

O empreendedorismo no setor da saúde tem suas raízes em iniciativas locais e globais que buscaram responder às crises de saúde pública. Durante a Revolução Industrial, por exemplo, avanços em saneamento básico foram introduzidos para combater surtos de doenças infecciosas. Já no século XX, a criação de organizações como a Organização Mundial da Saúde (OMS) destacou a importância de soluções inovadoras para enfrentar desafios globais, como a erradicação da varíola e a expansão de campanhas de vacinação. Hoje, o setor de saúde combina tecnologia avançada e práticas sustentáveis para promover a equidade no

acesso a serviços médicos (Pierantoni, C. R., Magnago, C., & Vieira, S. P., 2019).

No Egito Antigo, práticas médicas avançadas eram integradas com aspectos religiosos e sociais. Técnicas como mumificação e o uso de plantas medicinais demonstram uma compreensão significativa da anatomia humana. Além disso, os médicos egípcios eram respeitados internacionalmente, influenciando culturas como a grega e a romana. A cidade de Alexandria, por exemplo, foi um centro de estudos médicos e anatômicos, representando um dos primeiros exemplos de inovação em saúde com impacto social (Nunn, 2002).

Na Roma Antiga, o desenvolvimento de infraestruturas públicas como aquedutos, esgotos e banhos públicos refletia uma preocupação com a saúde coletiva. Médicos como Galeno (129–216 d.C.) contribuíram para o avanço da medicina clínica e cirúrgica (Nutton, 2004), estabelecendo bases para o que hoje conhecemos como saúde pública. Essas práticas demonstram que, desde a antiguidade, o impacto social da saúde estava profundamente ligado ao avanço tecnológico e organizacional.

Em termos globais mais recentes, o impacto da pandemia da covid-19 acelerou o empreendedorismo e a adoção de tecnologias digitais na saúde, com sistemas de telemedicina, telediagnóstico, bem como rastreamento de pacientes por aplicativos e plataformas de diagnóstico remoto, ganhando importância e destaque, demonstrando como as crises podem impulsionar empreendedorismo e inovações significativas que salvam vidas e transformam realidades (USP, 2022; WHO, 2022).

3. O PAPEL DAS UNIVERSIDADES E ESCOLAS NO EMPREENDEDORISMO EM SAÚDE

As Instituições de Ensino em Saúde podem desempenhar papel central no incentivo à inovação e ao empreendedorismo. Por meio de programas de extensão, elas podem identificar as demandas específicas das comunidades ao seu redor e desenvolver soluções

customizadas, que incluem iniciativas como as Ligas Acadêmicas de Empreendedorismo e Inovação, as quais, formadas por estudantes, podem desenvolver habilidades empreendedoras e criar projetos que impactem positivamente a sociedade. Estudos indicam que essas ligas desempenham papel significativo na formação de recursos humanos voltados para a inovação em saúde, com forte dever social (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

Programas de incubação de startups, que podem apoiar projetos que visam desenvolver tecnologias e serviços inovadores na área da saúde, oferecendo infraestrutura e mentoria para transformar ideias internas e externas vinda das comunidades em negócios sustentáveis, também são consideradas iniciativas de incentivo ao empreendedorismo e à inovação. As parcerias com o setor público e privado facilitam a transferência de conhecimento e o desenvolvimento de tecnologias que podem ser aplicadas diretamente na comunidade. Um exemplo prático são os projetos de telemedicina e telediagnóstico das Universidades e Escolas de Medicina, que conectam especialistas a regiões remotas, melhorando a eficiência do atendimento e reduzindo as barreiras geográficas para o acesso à saúde (USP, 2022).

A experimentação e a antropologia do consumo são importantes ferramentas de transformação, pois após estarmos inseridos no ambiente, observando e vivenciando as necessidades, conseguimos criar maior valor e soluções aos projetos, a exemplo da trajetória de Safi Faye, uma mulher originária da Senegal, na África, que teve uma experiência marcante em sua vida ao viajar para o exterior pela primeira vez. Quando Safi Faye viajou para a Europa, teve uma experiência que mudaria sua visão sobre a higiene pessoal. Ao se hospedar em um hotel, ela ficou surpresa ao ver um sabonete no banheiro, algo que nunca tinha visto antes, pois em sua comunidade no Senegal, o sabonete era algo raro. Ela não sabia como usá-lo, já que em sua região, as pessoas tradicionalmente usavam outros métodos para se higienizar, como água e alguns produtos naturais. Esse momento de choque cultural a fez refletir profundamente sobre as diferenças de acesso a

recursos essenciais, como produtos de higiene. A partir dessa experiência, Safi Faye teve a ideia de criar um projeto para distribuir sabonetes reciclados em sua comunidade e em outras áreas da África, onde o acesso a esses produtos era limitado, e as condições sanitárias deficientes frequentemente resultavam em doenças (UNICEF, 2021).

Safi iniciou o projeto de reciclagem de sabonetes usados, aproveitando o que era descartado por hotéis e outros estabelecimentos. Ela reuniu sabonetes não utilizados, higienizou-os e os distribuiu para famílias e comunidades em necessidade. O objetivo era simples: combater a falta de higiene e prevenir doenças transmissíveis, que, muitas vezes, eram causadas pela falta de acesso a itens básicos de cuidado pessoal. Esse projeto, além de beneficiar a saúde das pessoas, também teve impacto na conscientização sobre a importância de práticas de higiene e no incentivo à sustentabilidade, ao reutilizar produtos que de outra forma seriam desperdiçados.

A história de Safi Faye é parecida com a de Seipler, que, diferente dela Shawn Seipler 2008/2009, era um executivo que viajava 150 dias ao ano, quando teve a ideia de reciclar sabonetes usados de hotéis para enviar à África. Diferentes histórias, mas ambas de impactos transformadores como:

- **Redução de doenças:** a falta de higiene pessoal é um dos principais fatores que contribuem para doenças como diarreia, cólera, hepatite e doenças respiratórias. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2022), a falta de acesso à água potável e a condições de higiene adequadas contribui para aproximadamente 2,2 milhões de mortes anuais no mundo, a maioria de crianças menores de 5 anos;

- **Os benefícios da reciclagem de sabonetes:** podem fornecer uma solução simples, mas eficaz, para melhorar a higiene em áreas carentes. Em alguns projetos de reciclagem de sabonetes em hotéis, foi estimado que um único hotel pode salvar até 75.000 barras de sabonete por ano. Quando esses sabonetes são distribuídos em

comunidades que não têm acesso a produtos de higiene, o impacto pode ser considerável em termos de saúde pública.

O simples acesso aos sabonetes para algumas comunidades africanas pode representar grandes avanços em saúde pública, pois a falta de acesso a este item, pode ser considerado um item de luxo. Estudos indicam que, em algumas regiões, até 40% das populações não têm acesso a sabonetes regulares, o que aumenta a vulnerabilidade a doenças contagiosas (Unicef, 2021). Esses são exemplos tocantes de como uma simples descoberta pode inspirar inovações e empreendedorismo que geram mudanças significativas para um impacto social duradouro.

4. IMPACTOS SOCIAIS DO EMPREENDEDORISMO EM SAÚDE

O impacto social do empreendedorismo em saúde é multifacetado. Os principais benefícios globais estão no acesso a serviços de saúde de qualidade, bem como na criação de clínicas populares e na oferta de serviços médicos a preços acessíveis e com uso de tecnologias que ampliam o acesso da população a cuidados essenciais. Não obstante, a geração de emprego e renda no desenvolvimento de startups e empresas na área da saúde contribui para a economia local, criando oportunidades de trabalho e fomentando o conhecimento e o desenvolvimento regional (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

A educação e a conscientização em saúde são fundamentais para a mudança cultural, a qual, através de programas educativos, promove a conscientização sobre práticas saudáveis, prevenção de doenças e bem-estar, que resultará em comunidades mais informadas e saudáveis. Para ampliar os impactos, é fundamental que essas escolas de medicina possam capacitar agentes comunitários para atuarem como multiplicadores de conhecimento. Projetos como os conduzidos pela Fiocruz, que utilizam mapas epidemiológicos em tempo real, demonstram como

tecnologias acessíveis podem transformar o atendimento em larga escala (Fiocruz, 2021).

5. GOVERNANÇA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA CONSTRUÇÃO DE SOLUÇÕES EM SAÚDE

A governança e a inteligência artificial (IA) têm emergido como ferramentas indispensáveis para transformar os sistemas de saúde e maximizar seu impacto social. Por meio da governança eficiente, é possível implementar políticas públicas que promovam a equidade no acesso à saúde, otimizando os recursos disponíveis e estimulando as inovações tecnológicas. Governos que investem em parcerias público-privadas conseguem integrar tecnologias de ponta, como a IA, em suas estratégias de saúde pública (WHO, 2022).

A inteligência artificial desempenha papel crucial em diversas áreas da saúde, incluindo o diagnóstico precoce através de ferramentas baseadas em IA, como os algoritmos de aprendizado de máquina, que têm sido usados para detectar doenças como câncer em estágios iniciais, aumentando as chances de tratamento bem-sucedido. Outro exemplo é o planejamento de recursos através dos sistemas de IA, que ajudam a prever demandas por serviços de saúde com base em dados epidemiológicos, otimizando o uso de hospitais, medicamentos e profissionais de saúde (NHS England, 2022).

A saúde preventiva utilizando aplicativos e dispositivos vestíveis que utilizam IA pode monitorar a saúde dos pacientes em tempo real, incentivando mudanças de comportamento para evitar doenças. Um exemplo relevante é o uso de IA pelo Sistema Nacional de Saúde do Reino Unido (NHS) para identificar pacientes com maior risco de desenvolver doenças cardíacas. Por meio de análises avançadas de dados, os hospitais conseguem implementar intervenções antes que as condições se agravem, reduzindo custos e melhorando os resultados clínicos (NHS England, 2022).

No Brasil, a integração de governança e IA ainda está em desenvolvimento, mas já apresenta avanços notáveis. Projetos de telemedicina e telediagnóstico utilizando chatbots para triagem inicial de pacientes, como iniciativas lideradas pelo SUS Digital, têm demonstrado como as tecnologias podem expandir o acesso à saúde em regiões remotas. O Cadastro Único ao prontuário de saúde do cidadão também é importante, pois em qualquer parte do país que o indivíduo necessitar de consulta ou exame, o médico tem acesso ao seu histórico, sendo mais preciso no diagnóstico e na prescrição de fármacos, principalmente em casos de acidentes, alergias, entre outras peculiaridades (SUS Digital, 2023).

6. OS IMPACTOS NEGATIVOS DA FALTA DE EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO EM SAÚDE

A ausência de empreendedorismo e inovação no setor de saúde pode gerar uma série de consequências negativas para a sociedade, sendo os principais impactos delas: a desigualdade no acesso à saúde, pois sem a implementação de soluções inovadoras, comunidades em regiões remotas ou em situação de vulnerabilidade permanecem sem acesso a serviços básicos, agravando as desigualdades sociais (Universidade Bahiana de Medicina, 2023).

Um sistema de saúde sobrecarregado pela falta de novas abordagens para a otimização de recursos pode impactar no atendimento à demanda, especialmente em emergências de saúde pública, como as pandemias. A perda de oportunidades econômicas na ausência de startups e iniciativas empreendedoras em saúde limita a criação de empregos e o desenvolvimento de tecnologias que poderiam impulsionar a economia local.

7. SUSTENTABILIDADE E COMUNIDADES

A integração de práticas sustentáveis nas iniciativas de empreendedorismo e inovação em saúde são fundamentais para

garantir impactos positivos a longo prazo. As universidades e escolas de medicina podem implementar programas de educação ESG (ambientais, sociais, governança e econômicas), empreendedora e inovadora em saúde preventiva, por exemplo, que promovam hábitos sustentáveis entre os residentes. Além disso, o uso de tecnologias limpas no desenvolvimento de soluções que minimizem o impacto ambiental, como dispositivos médicos biodegradáveis e sistemas de energia renovável em unidades de saúde, são contribuições importantes no impacto social (WHO, 2022).

No que tange à educação ambiental, faz-se necessária a criação de programas que promovam a conscientização sobre a importância da sustentabilidade, incentivando hábitos que contribuem para a preservação do meio ambiente e a saúde coletiva. Até o apoio à agricultura sustentável em comunidades rurais é uma iniciativa que integra a saúde e a agricultura para garantir a segurança alimentar, promovendo o consumo de alimentos orgânicos e locais, o que promove também a economia. Essas pequenas ações não apenas fortalecem a infraestrutura de saúde local, mas também alinham os objetivos acadêmicos com as metas globais de sustentabilidade.

8. PERSPECTIVAS FUTURAS E INOVAÇÕES EMERGENTES

O futuro do empreendedorismo em saúde está intrinsecamente ligado às tecnologias emergentes. A inteligência artificial, a biotecnologia, a impressão 3D e a nanotecnologia têm o potencial de revolucionar o setor, oferecendo soluções mais personalizadas, acessíveis e eficazes. Além disso, a integração entre saúde e tecnologia pode fomentar a criação de ecossistemas inovadores, conectando universidades, governos e a iniciativa privada em redes colaborativas para maximizar o impacto social.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste capítulo, exploramos as transformações impulsionadas pelo empreendedorismo e pela inovação no setor da saúde, observando não apenas suas repercussões econômicas, mas, principalmente, seu impacto social. A combinação desses dois elementos tem demonstrado ser uma força poderosa para promover melhorias significativas no acesso, na qualidade e na equidade dos serviços de saúde, impactando positivamente a vida de milhares de pessoas ao redor do mundo.

O empreendedorismo e a inovação no setor da saúde não se limitam a criar soluções tecnológicas ou desenvolver novos modelos de negócios, mas também têm o potencial de redefinir como as comunidades percebem e interagem com a saúde, promovendo uma abordagem mais centrada nas necessidades humanas e sociais. Desde iniciativas que buscam melhorar o acesso em regiões carentes até projetos que implementam cuidados de saúde mais personalizados, tendo as inovações o poder de transformar a vida das pessoas, especialmente aquelas em situações de vulnerabilidade.

A integração de soluções inovadoras, como a telemedicina, o telediagnóstico, os aplicativos de saúde e os novos modelos de financiamento e gestão, estão criando um novo paradigma de saúde mais inclusivo e sustentável. No entanto, é fundamental que esses avanços sejam implementados com governança, ética e responsabilidade social, as quais as Instituições de Ensino em Saúde podem garantir que todos possam se beneficiar dessas mudanças, independentemente de suas condições socioeconômicas.

Este capítulo ressaltou a importância de uma visão holística e colaborativa entre os diferentes atores do setor empresarial, profissionais de saúde, governos e organizações sociais. Apenas por meio dessa união será possível alcançar um impacto social inclusivo, duradouro e significativo.

Ao olharmos para o presente analógico, em transformação para um futuro digital, as universidades de ciências da saúde, através do empreendedorismo e da inovação, continuarão a desempenhar papel crucial na construção de sistemas de saúde mais eficientes, acessíveis e justos.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, N.; GAUTAM, V.; AGRAWAL, S. Frugal innovation for health care in resource-constrained settings: A review. **BMJ Innovations**, London, v. 7, n. 1, p. 4–12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjinnov-2020-000507>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320858922_The_search_for_the_holy_grail_Frugal_innovation_in_healthcare_from_low-income_or_middle-income_countries_for_reverse_innovation_to_developed_countries. Acesso em: 13 jan. 2025.

ANASTACIO, Mari Regina. Empreendedorismo social e inovação social: contexto, conceitos e tipologias de iniciativas de impacto socioambiental. In: FONSECA, Pedro Henrique; ANASTACIO, Mari Regina (org.). Empreendedorismo social e inovação social no contexto brasileiro. 1. ed. São Paulo: Zion Editora, 2018. p. 31–52. Disponível em: <https://institutolegado.org/downloads/ens-brasil-ebook.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2025.

CHATAWAY, J.; HANLIN, R.; KAPLAN, D. Inclusive innovation: an architecture for policy development. *Innovation and Development*, Abingdon, v. 4, n. 1, p. 33–54, 2014.

Disponível em: <https://doi.org/10.1080/2157930X.2014.921354>. Acesso em: 17 jun. 2025.

FIOCRUZ. **Soluções em epidemiologia**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2021. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/documento/solucoes-epidemiologia>. Acesso em: 15 jan. 2025.

KAMUNYORI, S., AL-BADER, S., SEWAKANBO, N. *et al.* Science-based health innovation in Uganda: creative strategies for applying research to development. *BMC International Health and Human Rights*, London, v. 10, supl. 1, p. S5, 2010. Disponível em:

<https://bmcinthealthhumrights.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-698X-10-S1-S5>. Acesso em: 23 jan. 2025.

KICKBUSCH, I. *et al.* COVID-19: how a pandemic reveals that everything is connected. **The BMJ**, London, v. 372, n. 6241, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n624>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32633056/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

NHS ENGLAND. **AI in cancer diagnosis**. London: NHS, 2022. Disponível em: <https://www.england.nhs.uk/publication/ai-in-cancer-diagnosis>. Acesso em: 17 jan. 2025

NUNN, J. F. *Ancient Egyptian Medicine*. Revised ed. Norman: University of Oklahoma Press, 2002.

NUTTON, V. *Ancient Medicine*. 2. ed. Londres: Routledge, 2004.

OECD. **Health at a Glance 2020: OECD Indicators**. Paris: OECD Publishing, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1787/4dd50c09-en>. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/health-at-a-glance_19991312.html. Acesso em: 18 jan. 2025.

SUS DIGITAL. **Inovações em saúde no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saes/sus-digital>. Acesso em: 19 jan. 2025.

UNICEF. **Global Handwashing Day report**. New York: UNICEF, 2021. Disponível em: <https://www.unicef.org/reports/global-handwashing-day>. Acesso em: 20 jan. 2025.

USP. **Relatórios sobre telemedicina no Brasil**. São Paulo: USP Press, 2022. Disponível em: <https://www.saude.usp.br/relatorio-telemedicina>. Acesso em: 21 jan. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **The role of innovation in health systems**. Geneva: World Health Organization, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>. Acesso em: 22 jan. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Global Strategy on Digital Health 2020–2025**. Geneva: WHO, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>. Acesso em: 23 jan. 2025.

WOSIK, J. *et al.* Telehealth transformation: COVID-19 and the rise of virtual care. **The Lancet Digital Health**, London, v. 2, n. 4, p.

e185–e186, 2020. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30090-2](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30090-2). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32311034/>. Acesso em: 24 jan. 2025.

ENTRE O SONO E A INOVAÇÃO: COMO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ESTÁ REVOLUCIONANDO O DIAGNÓSTICO DA APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO

OLIVEIRA, Adriane Santos¹; GUIMARÃES, Caio Medina¹;
GONZALEZ, João Victor Pereira¹; DONATO, Kenzo Ogasawara¹;
FILHO, Orison Pedro Monteiro de Almeida²; CASTRO, Iza
Cristina Salles de³

¹ Estudante de Medicina, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

² Mestrando em Tecnologias em Saúde, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

³ Pós-Doutorado em Medicina e Saúde Humana, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

E-mail: adrianeoliveira22.2@bahiana.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo aborda a interseção entre a Apneia Obstrutiva do Sono (AOS) e a Inteligência Artificial (IA), explorando como as inovações tecnológicas podem auxiliar na triagem diagnóstica e no manejo dessa condição de alta prevalência e impacto sistêmico. Diante das dificuldades associadas ao acesso à polissonografia, exame padrão ouro para a identificação da AOS, a IA surge como uma ferramenta promissora para agilizar e aprimorar a detecção do distúrbio. Ao longo do capítulo, serão discutidos os avanços da IA na área da saúde, incluindo sua aplicação na análise de sinais fisiológicos, imagens médicas e padrões de sono, permitindo diagnósticos mais rápidos, acessíveis e precisos. Além disso, serão abordados os desafios e as limitações dessa tecnologia, bem como

o seu potencial para transformar a abordagem clínica da AOS e melhorar a qualidade de vida dos pacientes, sobretudo dos idosos.

O perfil epidemiológico de idosos estimado pelo IBGE (2024) mostra que, de 2000 para 2023, a proporção de pessoas com 60 anos ou mais na população brasileira quase duplicou, subindo de 8,7% para 15,6%. Em números absolutos, o total de idosos passou de 15,2 milhões para 33,0 milhões, representando um aumento de aproximadamente 117% em 23 anos. As projeções para 2070 mostram que cerca de 37,8% dos habitantes do país serão idosos, o que corresponderá a 75,3 milhões de pessoas com 60 anos ou mais de idade, e um aumento de aproximadamente 128% e 395% em relação a 2023 e 2000, respectivamente (IBGE, 2024). Assim como diversas doenças crônicas, o aumento da idade está relacionado à maior prevalência de distúrbios e às queixas relacionadas ao sono. A ontogenia do sono mostra que a quantidade e a arquitetura do sono mudam nas diferentes fases da vida. Nos primeiros meses, dormimos de 16h a 18h por dia, com 50% de sono REM; dos 19 aos 45 anos de vida, as horas de sono caem para 8h por noite e 20-25% de sono REM; enquanto os idosos acima de 70 anos possuem uma queda para 5-6h por noite, com menos de 5% de sono REM (Kim; Tufik; Andersen, 2023). Esse perfil já é esperado por conta das mudanças fisiológicas do sistema nervoso central humano ao longo da vida. Entretanto, patologicamente associado a isso, existem os transtornos do sono que são, muitas vezes, negligenciados e subdiagnosticados, o que piora a saúde e a qualidade de vida desses idosos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Sono

O sono é um estado biológico tão fundamental na existência humana que ocupa, aproximadamente, um terço de nossa vida. Ou seja, se considerarmos um idoso de 90 anos, podemos afirmar que o somatório do tempo total de sono desse idoso corresponde a 30

anos. O sono desempenha papel essencial na manutenção do equilíbrio do organismo e está intimamente ligado a diversas funções vitais. Ele influencia e contribui para o funcionamento adequado de múltiplos sistemas corporais, incluindo os sistemas cardiovascular, respiratório, endócrino e da atividade elétrica cerebral, sendo que quaisquer alterações podem acarretar impactos diretos nesses sistemas, na cognição, no metabolismo e na saúde de forma geral (Kim; Tufik; Andersen, 2023).

Com os avanços da neurofisiologia, descobriu-se que o sono é um fenômeno dinâmico, sustentado por uma rede neural sofisticada e que apresenta diferentes fases de maneira alternada. Ele é segmentado em dois grandes grupos: o sono NREM (do inglês, non-rapid eye movement sleep) e o sono REM (rapid eye movement sleep). Por sua vez, o estágio NREM é subdividido em três fases distintas: N1, N2 e N3, sendo que a fase N3 é também conhecida como sono de ondas lentas (Berry *et al.*, 2017; McKenna; Zielinski; McCarley, 2017).

Durante o período noturno, os estágios NREM e REM se sucedem ciclicamente. Em adultos saudáveis, esses ciclos ocorrem, em média, de quatro a seis vezes por noite, com duração aproximada de 90 a 120 minutos cada. O sono pode ser também dividido em essencial e acessório, considerando a distribuição de suas fases ao longo da noite. De modo geral, a fase N3 (sono profundo ou de ondas lentas) é predominante na primeira metade da noite (sono essencial), enquanto o sono REM se intensifica na segunda parte do período noturno (sono acessório). No total, o sono REM representa aproximadamente 20 a 25% do tempo total de descanso. Entre os estágios do sono NREM, a fase N2 corresponde à maior parcela do período de sono (45 a 55%). Já as fases N1 e N3 compõem, respectivamente, cerca de 2 a 5% e 15 a 20% da duração total do sono (Berry *et al.*, 2017; Markov; Goldman, 2006). Vale reforçar que a arquitetura do sono citada é referente a um indivíduo adulto saudável, uma vez que existem mudanças consideráveis nas diferentes fases da vida e em casos de privação e de distúrbios do sono (Hirshkowitz *et al.*, 2015).

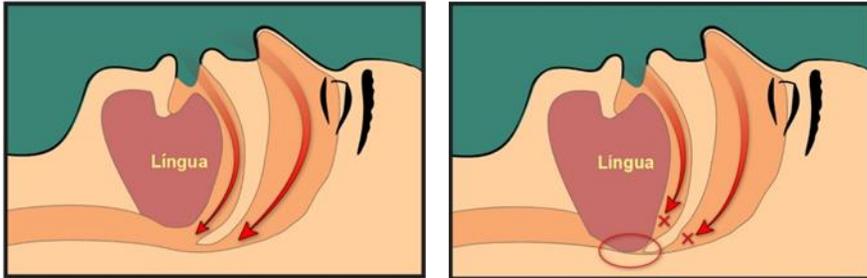
2.2 Apneia Obstrutiva do Sono

O paciente com AOS é caracterizado por apresentar eventos recorrentes de obstrução total (apneia) ou parcial (hipopneia) das vias aéreas superiores durante o sono (American Academy of Sleep Medicine, 2023) (figura 1A), diferentemente de um indivíduo saudável com vias aéreas superiores pervias (figura 1B). Os principais mecanismos envolvidos são redução do diâmetro das vias aéreas superiores (VAS), incompetência dos músculos dilatadores das VAS, baixo limiar de excitação e controle ventilatório instável (Eckert, 2018).

Um achado comum ao exame de cavidade oral e encontrado na maioria dos pacientes com AOS é a classe III ou IV no índice de Mallampatti. Também, os pacientes acometidos por esse distúrbio respiratório frequentemente relatam sonolência intensa ao longo do dia, cansaço excessivo e redução significativa em sua qualidade de vida, além do ronco e das pausas respiratórias testemunhadas pelo parceiro(a) de cama (Haddad; Sguillar, 2023).

Contudo, os impactos podem ser ainda mais graves, uma vez que estudos científicos demonstram que a AOS está associada a um risco elevado para diversas doenças crônicas, como hipertensão arterial sistêmica, cardiopatia isquêmica, arritmia por fibrilação atrial, acidente vascular encefálico, diabetes mellitus tipo 2, hipertensão pulmonar e insuficiência cardíaca, evidenciando seu caráter sistêmico (American Academy of Sleep Medicine, 2023; Hla *et al.*, 1994; Phillips *et al.*, 1999, 2011; Punjabi, 2004; Wessendorf *et al.*, 2000).

Figura 1 — Imagem esquemática de um indivíduo com via aérea superior pérvia (1A) e de um paciente com via aérea superior obstruída (1B)



Fonte: autoria própria (2025).

O diagnóstico da Apneia Obstrutiva do Sono é realizado por meio da polissonografia, exame padrão ouro estabelecido pelas diretrizes da Academia Americana de Medicina do Sono. O exame avalia diversas variáveis fisiológicas durante o sono, como eletroencefalograma, eletro-oculograma, eletromiograma da região do queixo e dos músculos tibiais anteriores, eletrocardiograma, fluxo aéreo bucal e nasal, esforço respiratório, oximetria, ronco e posição do corpo (Garbuio, 2023). Para o diagnóstico e a determinação da gravidade, a polissonografia estabelece o Índice de Apneia-Hipopneia (IAH), que representa o número de eventos obstrutivos em uma hora de sono e pode ser classificado em: ausência de apneia ($IAH < 5$ eventos por hora), apneia leve ($5 \leq IAH < 15$ eventos por hora), apneia moderada ($15 \leq IAH < 30$ eventos por hora) e apneia grave ($IAH \geq 30$ eventos por hora) (American Academy of Sleep Medicine, 2023).

Uma investigação realizada em uma grande cidade brasileira revelou que a prevalência da Apneia Obstrutiva do Sono na amostra analisada foi de 29,1% (Moura *et al.*, 2018). Embora essa porcentagem possa variar dependendo da região estudada, observa-se um aumento na incidência do distúrbio com o avanço da idade (American Academy of Sleep Medicine, 2023). No entanto, o distúrbio ainda é considerado subdiagnosticado, sendo uma das principais barreiras à sua detecção o alto custo da

polissonografia. Essa limitação dificulta o acesso na saúde suplementar e resulta na formação de extensas filas de espera na rede pública (Duarte *et al.*, 2022; Peixoto, 2023).

2.3 Inteligência Artificial e Apneia Obstrutiva do Sono

A IA é um campo da tecnologia que engloba a criação de sistemas capazes de simular aspectos da cognição animal e humana (Kaufman, 2018). Em termos práticos, a IA se refere ao desenvolvimento de algoritmos e modelos computacionais que podem desempenhar tarefas que, tradicionalmente, exigiam raciocínio e tomada de decisão humana. Na área da saúde, as técnicas de IA já estão sendo usadas de diversas formas para melhorar a eficiência e precisão dos diagnósticos e tratamentos. Detecção, classificação e estadiamento do câncer, análise de imagens em radiologia e histopatologia, detecção precoce de pré-diabetes, diabetes mellitus tipo 2 e de doença arterial periférica são alguns exemplos promissores em prática nos dias atuais (Allen *et al.*, 2021; Baig *et al.*, 2021; Bhinder *et al.*, 2021; Coudray *et al.*, 2018).

Na medicina do sono, essas ferramentas tecnológicas têm sido exploradas como alternativas para facilitar a triagem e o diagnóstico da AOS. Diferentes modelos de IA foram desenvolvidos, cada um utilizando abordagens e arquiteturas específicas, mas todos com a finalidade comum de identificar padrões característicos dessa condição em pacientes. Dentre os diversos modelos, as Redes Neurais Convolucionais (CNNs) são dignas de nota. Estudos demonstram sua aplicação na estimativa do Índice de Apneia-Hipopneia (IAH), a exemplo da utilização de sinais de movimento torácico e abdominal por meio de um modelo de CNN baseado em regressão, utilizando segmentos de 20 minutos de sinais para identificar eventos apneicos. A CNN foi treinada com uma ampla base de dados polissonográficos e, após sua otimização, conseguiu calcular o IAH_{global} com $\kappa = 0,3960$ e acurácias de 94,98% para 5 eventos por hora, 79,82% para 15

eventos por hora e 81,60% para 30 eventos por hora no conjunto de teste (García *et al.*, 2023).

Outro estudo utilizou registros de fluxo nasal, torácico e abdominal de pacientes submetidos à polissonografia. Esses sinais foram segmentados em períodos de 30 segundos e classificados conforme a presença de apneia obstrutiva, hipopneia ou respiração normal, com base na análise de especialistas. A CNN foi avaliada por meio de métricas como f1-score, precisão e recall, atingindo valores de recall entre 52,8% e 74,1%, precisão entre 60,3% e 76,4% e f1-score entre 57,7% e 75,2% para hipopneia. Para apneia obstrutiva, os resultados variaram entre 84,8% e 93,4% para recall, 78,6% e 92,8% para precisão e 80,7% e 92,6% para f1-score. A acurácia do modelo oscilou entre 70,7% e 83,5% (Haidar *et al.*, 2018).

Uma abordagem diferenciada foi adotada para o desenvolvimento de um sistema de suporte à decisão para identificar pacientes com AOS utilizando o Tempo de Transição de Pulso, analisado por duas CNNs (AlexNet e VGG-16). A análise polissonográfica foi realizada em etapas, alternando entre as CNNs e combinando camadas fc6 e fc7 com algoritmos SVM (Support Vector Machine) e k-NN (k-nearest neighbors). Como resultado, obtiveram valores de acurácia entre 90,72% e 92,78%, precisão entre 84,36% e 95,70%, especificidade variando entre 82,58% e 96% e f1-score entre 90,45% e 92,89% (Tuncer; Akilotu; Toraman, 2019).

Outros modelos baseados em IA também foram propostos, como o algoritmo NoxBodySleep™ 1.0, um modelo de Rede Neural Artificial (ANN) projetado para estimar estágios do sono, calcular o IAH e determinar parâmetros de qualidade do sono. Esse modelo utilizou informações obtidas por actigrafia e cintos de pletismografia por indutância respiratória. Quando comparado com a análise manual da polissonografia, o algoritmo apresentou uma correlação de $r = 0,91$ para o IAH, com uma superestimação de 0,2 eventos por hora. Para o tempo total de sono e eficiência do sono, as correlações foram de $r = 0,73$ e $r = 0,81$, respectivamente, com superestimações de 2,1% e 14 minutos (Terjung *et al.*, 2021).

Outro estudo propôs um modelo LSBoost (least-squares boosting) para prever o IAH com base na oximetria de pulso noturna. O desempenho do modelo variou de acordo com a gravidade da AOS, apresentando sensibilidade entre 82,21% e 99,00%, especificidade entre 32,8% e 96,55% e acurácia entre 81,14% e 96,58% (Tobal *et al.*, 2021). Também, já foram utilizadas redes neurais de memória de longo e curto prazo (LSTM — Long Short-Term Memory) para extrair características dos sinais respiratórios e identificar eventos de apneia do sono. Após treinar o modelo com hiperparâmetros ajustados, os autores registraram especificidade entre 61,8% e 80,3%, sensibilidade entre 52,1% e 67,8%, acurácia variando entre 60,1% e 77,2% e precisão entre 22,1% e 39,9% (Steenkiste *et al.*, 2019).

Existem variações nos desempenhos específicos de cada modelo de IA e de cada arquitetura dentro do mesmo modelo. De modo geral, esses avanços tecnológicos têm demonstrado grande potencial para aprimorar o diagnóstico da AOS de maneira menos invasiva e mais acessível, viabilizando uma triagem mais ampla. O uso da Inteligência Artificial nesse contexto pode ser especialmente valioso em regiões onde a polissonografia é de difícil acesso, contribuindo para a identificação precoce da condição e melhorando a qualidade de vida dos pacientes. No entanto, são necessários mais estudos para validar esses métodos em diferentes populações e cenários clínicos, garantindo sua segurança e eficácia na prática médica.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da IA na medicina do sono, sobretudo na triagem da AOS, tem o potencial de revolucionar o diagnóstico e o tratamento desse distúrbio, oferecendo alternativas inovadoras e mais acessíveis. Com o avanço das pesquisas e o desenvolvimento de modelos cada vez mais precisos, espera-se que a inteligência artificial contribua significativamente para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes, especialmente os idosos, que são os mais

afetados por alterações no sono e suas consequências sistêmicas. Além disso, a IA tem desempenhado um papel significativo em outras áreas da medicina, como a oncologia, a cardiologia e a neurologia, aprimorando a detecção de doenças e permitindo um monitoramento mais preciso dos pacientes.

No entanto, apesar dos avanços tecnológicos, ainda há desafios a serem superados. A necessidade de validação clínica dos algoritmos, a padronização dos métodos e a integração dessas soluções em sistemas de saúde são questões fundamentais para garantir a segurança e a eficácia da IA na prática médica. Ademais, considerações éticas sobre privacidade de dados e a autonomia dos profissionais de saúde também precisam ser abordadas para que essa tecnologia seja amplamente adotada de forma responsável e benéfica.

REFERÊNCIAS

IBGE. Agência Gov. **Projeção do IBGE mostra que população do país vai parar de crescer em 2041**. Disponível em: [https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202408/populacao-do-pais-vai-parar-de-crescer-em-2041#:~:text=De%202000%20a%202023%2C%20propor%C3%A7%C3%A3o%20de%20idosos%20quase%20duplico u,\)%E2%80%9D%2C%20concluiu%20Izabel%20Marri](https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202408/populacao-do-pais-vai-parar-de-crescer-em-2041#:~:text=De%202000%20a%202023%2C%20propor%C3%A7%C3%A3o%20de%20idosos%20quase%20duplico u,)%E2%80%9D%2C%20concluiu%20Izabel%20Marri). Acesso em: 27 fev. 2025.

ALLEN, J. *et al.* Deep learning-based photoplethysmography classification for peripheral arterial disease detection: a proof-of-concept study. **Physiological Measurement**, v. 42, n. 5, p. 054002, 1 maio 2021. DOI: 10.1088/1361-6579/abf9f3. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33878743/>. Acesso em: 8 mar. 2025.

AMERICAN ACADEMY OF SLEEP MEDICINE. **International Classification of Sleep Disorders**. Third Edition ed. Darien, IL: AASM, 2023.

BAIG, M. *et al.* Early Detection of Prediabetes and T2DM Using Wearable Sensors and Internet-of-Things-Based Monitoring

Applications. **Applied Clinical Informatics**, v. 12, n. 01, p. 001–009, 6 jan. 2021. DOI: 10.1055/s-0040-1719043. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33406540/>. Acesso em: 8 mar. 2025.

BERRY, R. *et al.* AASM Scoring Manual Updates for 2017 (Version 2.4). **Journal of clinical sleep medicine: JCSM: official publication of the American Academy of Sleep Medicine**, v. 13, n. 5, p. 665–666, 15 maio 2017. DOI: 10.5664/jcsm.6576. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28416048/>. Acesso em: 27 fev. 2025.

BHINDER, B. *et al.* Artificial Intelligence in Cancer Research and Precision Medicine. **Cancer Discovery**, v. 11, n. 4, p. 900–915, 2021. DOI: 10.1158/2159-8290. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33811123/>. Acesso em: 8 mar. 2025.

COUDRAY, N. *et al.* Classification and mutation prediction from non-small cell lung cancer histopathology images using deep learning. **Nature Medicine**, v. 24, n. 10, p. 1559–1567, 17 out. 2018. DOI: 10.1038/s41591-018-0177-5. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30224757/>. Acesso em: 8 mar. 2025.

DUARTE, R. *et al.* Brazilian Thoracic Association Consensus on Sleep-disordered Breathing. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, p. e20220106, 31 ago. 2022. ISSN (on-line): 1806-3756. DOI: 10.36416/1806-3756/e20220106. Disponível em: <https://www.jornaldepneumologia.com.br/details/3708/en-US/brazilian-thoracic-association-consensus-on-sleep-disordered-breathing>. Acesso em: 7 mar. 2025.

ECKERT, D. J. Phenotypic approaches to obstructive sleep apnoea – New pathways for targeted therapy. **Sleep Medicine Reviews**, v. 37, p. 45–59, fev. 2018. DOI: 10.1016/j.smrv.2016.12.003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28110857/>. Acesso em: 2 mar. 2025.

GARBUIO, S. Polissonografia Normal. *Em*: HADDAD, F.; GREGÓRIO, L. (Eds.). **Manual do residente: medicina do sono**. 2. ed. [S. l.] Manole, 2023. p. 17–28.

GARCÍA, V. *et al.* Prediction of the Sleep Apnea Severity Using 2D-Convolutional Neural Networks and Respiratory Effort Signals. **Diagnostics**, v. 13, n. 20, p. 3187, out. 2023. DOI: 10.3390/diagnostics13203187. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4418/13/20/3187>. Acesso em: 9 mar. 2025

HADDAD, F.; SGUILLAR, D. Apneia Obstrutiva do Sono. *Em: HADDAD, F.; GREGÓRIO, L. (Eds.). Manual do residente: Medicina do sono.* 2. ed. Santana de Parnaíba [SP]: Manole, 2023. p. 54–59.

HAIDAR, R. *et al.* Convolutional Neural Networks on Multiple Respiratory Channels to Detect Hypopnea and Obstructive Apnea Events. 2018 **International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)**, Rio de Janeiro, Brazil, 2018, pp. 1-7. DOI: 10.1109/IJCNN.2018.8489248. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8489248>. Acesso em: 9 mar. 2025.

HIRSHKOWITZ, M. *et al.* National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. **Sleep Health**, v. 1, n. 1, p. 40–43, mar. 2015. DOI: 10.1016/j.sleh.2014.12.010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29073412/>. Acesso em: 27 fev. 2025.

HLA, K. *et al.* Sleep Apnea and Hypertension: A Population-based Study. **Annals of Internal Medicine**, v. 120, p. 382–388, 1994. DOI: 10.7326/0003-4819-120-5-199403010-00005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8304655/>. Acesso em: 2 mar. 2025.

KAUFMAN, D. **A inteligência artificial irá suplantar a inteligência humana?** Barueri [SP]: Estação das Letras e Cores Editora, 2018.

KIM, L.; TUFIK, S.; ANDERSEN, M. Neurofisiologia do Sono. *In: HADDAD, F.; GREGÓRIO, L. (Eds.). Manual do residente: medicina do sono.* 2. ed. [S. l.] Manole, 2023. p. 2–12.

MARKOV, D.; GOLDMAN, M. Normal Sleep and Circadian Rhythms: Neurobiologic Mechanisms Underlying Sleep and Wakefulness. **Psychiatric Clinics of North America**, v. 29, n. 4, p. 841–853, dez. 2006. DOI: 10.1016/j.psc.2006.09.008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17118271/>. Acesso em: 27 fev. 2025.

MCKENNA, J.; ZIELINSKI, M.; MCCARLEY, R. Neurobiology of REM Sleep, NREM Sleep Homeostasis, and Gamma Band Oscillations. *In: CHOKROVERTY, S. (Ed.). Sleep Disorders Medicine.* 4. ed. New York, NY: Springer New York, 2017. p. 55–77.

MOURA, C. *et al.* Prevalência do risco da Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono na população adulta de uma capital brasileira+. **Revista da Faculdade de Odontologia - UPF**, v. 22, n. 3, 12 jun. 2018. DOI: 10.5335/rfo.v22i3.7390. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325902005_Prevalencia_do_risco_da_Sindrome_da_Apneia_Obstrutiva_do_Sono_na_populacao_adulta_de_uma_capital_brasileira. Acesso em: 7 mar. 2025.

PEIXOTO, R. **Polissonografia: mais de 12 mil brasileiros aguardam na fila para fazer o 'exame do sono'**. Disponível em: <https://g1.globo.com/saude/noticia/2023/05/17/polissonografia-mais-de-12-mil-brasileiros-aguardam-na-fila-para-fazer-o-exame-do-sono.ghtml>. Acesso em: 7 mar. 2025.

PHILLIPS, B. *et al.* Effects of obstructive sleep apnea on endothelin-1 and blood pressure. **Journal of Hypertension**, v. 17, p. 61–66, 1999. DOI: 10.1097/00004872-199917010-00010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10100095/>. Acesso em: 5 mar. 2025.

PHILLIPS, C. L. *et al.* Continuous Positive Airway Pressure Reduces Postprandial Lipidemia in Obstructive Sleep Apnea. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 184, n. 3, p. 355–361, 1 ago. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1164/rccm.201102-0316> °C. Disponível em: <https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/rccm.201102-0316OC>. Acesso em: 2 mar. 2025.

PUNJABI, N. M. Sleep-Disordered Breathing, Glucose Intolerance, and Insulin Resistance: The Sleep Heart Health Study. **American Journal of Epidemiology**, v. 160, n. 6, p. 521–530, 15 set. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1093/aje/kwh261>. Disponível em: <https://academic.oup.com/aje/article-abstract/160/6/521/79596?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 5 mar. 2025.

STEENKISTE, T. *et al.* Automated Sleep Apnea Detection in Raw Respiratory Signals Using Long Short-Term Memory Neural Networks. **Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 23, n. 6, p. 2354–2364, 1 nov. 2019. DOI: 10.1109/JBHI.2018.2886064. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329546287_Automated_Sleep_Apnea_Detection_in_Raw_Respiratory_

Signals_Using_Long_Short-Term_Memory_Neural_Networks.

Acesso em: 11 mar. 2025.

TERJUNG, S. *et al.* Proof of principle study: diagnostic accuracy of a novel algorithm for the estimation of sleep stages and disease severity in patients with sleep-disordered breathing based on actigraphy and respiratory inductance plethysmography. **Sleep and Breathing**, v. 25, n. 4, p. 1945–1952, 1 dez. 2021. DOI: 10.1007/s11325-021-02316-0. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33594617/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

TOBAL, G. *et al.* Ensemble-learning regression to estimate sleep apnea severity using at-home oximetry in adults. **Applied Soft Computing**, v. 111, 1 nov. 2021. DOI: 10.1016/j.asoc.2021.107827. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39544517/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

TUNCER, A.; AKILOTU, B.; TORAMAN, S. A deep learning-based decision support system for diagnosis of OSAS using PTT signals. **Medical Hypotheses**, v. 127, p. 15–22, 1 jun. 2019. DOI: 10.1016/j.mehy.2019.03.026. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31088639/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

WESSENDORF, T. *et al.* Fibrinogen Levels and Obstructive Sleep Apnea in Ischemic Stroke. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 162, p. 2039–2042, 2000. DOI: 10.1164/ajrccm.162.6.2001048. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11112110/>. Acesso em: 5 mar. 2025.

GUIA DE EXERCÍCIOS PARA INDIVÍDUOS ADULTOS COM RISCO E PROVÁVEL SARCOPENIA NO PÓS-COVID-19

SANTANA, Robson Santos¹; SANTOS, Juliana Guimarães²;
ARISTIDES, Paulo Rodrigo Santos³; MATOS, Marcos Antônio
Almeida⁴; DIAS, Cristiane Maria Carvalho Costa⁵

¹ Mestre em Tecnologias em Saúde, Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE)

² Mestre em Tecnologias em Saúde, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP).

³ Mestre em Medicina e Saúde Humana, Universidade de Salvador (UNIFACS)

⁴ Doutor em Ciências do Sistema Musculoesquelético, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

⁵ Doutora em Medicina e Saúde Humana, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

E-mail: robsonsantana.pos@bahiana.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A covid-19 infectou mais de 37 milhões de pessoas no Brasil e, com mais de 706 mil mortes, o país tornou-se o epicentro da doença no mundo (Brasil, 2021a). Os estudos recentes sobre o vírus SARS-Cov-2 evidenciam que há repercussão no sistema neurológico, renal, cardíaco, endócrino, intestinal, dermatológico e muscular, representado por redução de força e massa muscular, provocando também redução da funcionalidade (Casey; Ang; Sultan, 2021; Cava *et al.*, 2021; Gupta *et al.*, 2020; Welch *et al.*, 2020). Essas disfunções musculares potencializam o risco para sarcopenia e a sarcopenia em diversas condições clínicas, com evidências em pacientes idosos (Disser *et al.*, 2020; Jacob *et al.*, 2022; Welch *et al.*, 2018, 2020),

oncológicos (Casey; Ang; Sultan, 2021) e hospitalizados de longa permanência. Entretanto, ainda são escassas as pesquisas do risco de sarcopenia e o diagnóstico em adultos jovens no pós-covid-19.

Após o Consenso Europeu de Sarcopenia em 2010, o grupo se reuniu em 2018 para a atualização da definição de sarcopenia, diante das evidências científicas publicadas ao longo de dez anos. Em 2019, foi publicada uma versão revisada e atualizada que propõe o algoritmo F-A-C-S (Buscar casos-Avaliar-Confirmar-Gravidade), para identificar a sarcopenia na prática clínica e em pesquisas clínicas. Conforme o atual consenso, é recomendada a identificação do risco de sarcopenia por meio do questionário SARC-F. Em relação à definição do diagnóstico de sarcopenia, os critérios estabelecidos foram: baixa força muscular (01), quantidade ou qualidade muscular (02) e performance física (03). De acordo com a confirmação desses critérios, temos: Provável sarcopenia (Critério 01 confirmado); Sarcopenia (Critérios 01 e 02 confirmados); Sarcopenia grave (Critérios 01, 02 e 03 confirmados) (Cruz Jentoft *et al.*, 2010, 2019; Cruz Jentoft; Sayer, 2019).

A sarcopenia pode ser categorizada como primária, quando está relacionada ao envelhecimento e não existem outros fatores causais; secundária, quando relacionada a uma doença ou infecção sistêmica, inatividade física, sedentarismo e nutrição inadequada (Cruz Jentoft *et al.*, 2019). Quando instalada a sarcopenia, o indivíduo apresenta restrição de mobilidade e funcionalidade, com impacto na realização das atividades de vida diária, produtiva e qualidade de vida (Cruz Jentoft *et al.*, 2010; Diz *et al.*, 2015). No período pós-covid-19, é comum o indivíduo apresentar disfunção musculoesquelética com redução de força e massa muscular, sinais e sintomas compatíveis com risco de sarcopenia, provável sarcopenia ou sarcopenia grave. Já é sabido a frequência dessa disfunção no período pós-covid independente da gravidade da covid, período de internamento hospitalar e uso de ventilação mecânica (Silva; Sousa, 2020; Welch *et al.*, 2020).

Sendo assim, diante do grande número de sobreviventes da covid-19 e das possíveis consequências sistêmicas, em destaque para

o sistema musculoesquelético, é essencial investigar o risco e a provável sarcopenia em adultos no pós-covid-19. Ademais, desenvolver um guia de exercícios para indivíduos adultos com risco e provável sarcopenia no pós-covid-19, como uma estratégia não medicamentosa eficiente no tratamento da sarcopenia (Kirwan *et al.*, 2020), utilizando tecnologias de fácil acesso, mostra-se adequado.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Exercício físico na covid-19 e sarcopenia

A prática regular de exercícios físicos tem sido amplamente divulgada e orientada (Brasil, 2021b; FC *et al.*, 2020). Evidências mostram que um programa de condicionamento físico com vistas a promover benefícios à saúde ou contribuir no tratamento de doenças deve ser composto por exercícios aeróbios e de força muscular. (Liguori *et al.*, 2023). O treinamento de força tem se mostrado eficaz nos programas de promoção da saúde, tratamento e prevenção de doenças (American College of Sports Medicine, 2009), tendo em vista a associação da massa muscular com a qualidade de vida das pessoas (Lauretani *et al.*, 2003; Metter *et al.*, 2002). Promove também a redução dos mediadores inflamatórios e, associado a isso, há melhora clínica (Campisi *et al.*, 2019). Adicionalmente, os exercícios aeróbicos também promovem ganhos para o condicionamento cardiorrespiratório dos indivíduos (Liguori *et al.*, 2023).

A covid-19 e a sarcopenia são doenças associadas ao declínio do sistema musculoesquelético independente da idade (Disser *et al.*, 2020). Frente a essa condição, a intervenção por meio de exercício físico emerge como uma alternativa de tratamento não medicamentoso em ambas as circunstâncias (Brasil, 2021b; FC *et al.*, 2020), sendo capaz de promover respostas positivas, contribuindo no ganho de força e massa muscular dos indivíduos acometidos. Entretanto, a prescrição desses exercícios deve ser realizada de

forma segura, seguindo as orientações já descritas na literatura e de forma personalizada (Liguori *et al.*, 2023).

O American College of Sports Medicine (ACSM) propõe o princípio FITT (Frequência; Intensidade; Tempo, Tipo) para a prescrição de exercícios físicos. Independente do objetivo, a sessão de treinamento físico deve ser composta por três momentos: aquecimento, parte principal e relaxamento. De acordo com as evidências, o ACSM apresenta recomendações para exercícios físicos aeróbios e de força, conforme quadros, 1 e 2 (Liguori *et al.*, 2023).

Quadro 1 – Recomendações para exercícios físicos aeróbios (resistência cardiovascular)

FITT	Recomendação
Frequência	<ul style="list-style-type: none"> • Pelo menos 3 dias/sem; • Para a maioria dos adultos, distribuir as sessões de exercício físico em 3 a 5 dias/sem pode ser a estratégia mais propícia para alcançar as quantidades recomendadas de AF.
Intensidade	<ul style="list-style-type: none"> • Recomenda-se intensidade moderada (40 a 59% da FCR) e/ou vigorosa (60 a 89% da FCR) para a maioria dos adultos.
Tempo	<ul style="list-style-type: none"> • A maioria dos adultos deve acumular de 30 a 60 min/dia (≥ 150 min/sem) de exercícios físicos de intensidade moderada, 20 a 60 min/dia (≥ 75 min/sem) de intensidade vigorosa ou uma combinação de exercícios físicos de intensidade moderada e vigorosa diariamente, de modo a alcançar os volumes recomendados de exercício físico.
Tipo	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendam-se exercícios físicos aeróbios realizados de maneira contínua ou intermitente envolvendo os principais grupos musculares esqueléticos para a maioria dos adultos.

Fonte: Adaptado de Liguori *et al.* (2023).

Quadro 2 – Recomendações para exercícios físicos de treinamento de força

FITT	Recomendação
Frequência	<ul style="list-style-type: none"> • Para praticantes iniciantes, cada grupo muscular esquelético principal deve ser treinado pelo menos 2 dias/sem; • Para praticantes experientes, a frequência é secundária ao volume de treinamento físico; portanto, os indivíduos podem escolher uma frequência semanal por grupo muscular esquelético, de acordo com a preferência pessoal.
Intensidade	<ul style="list-style-type: none"> • Para iniciantes, recomenda-se 60 a 70% de 1-RM realizada por 8 a 12 repetições, para melhorar a aptidão muscular esquelética; • Para praticantes experientes, uma ampla gama de intensidade e repetições é efetiva, dependendo das metas específicas de condicionamento muscular esquelético.
Tipo	<ul style="list-style-type: none"> • Recomenda-se a todos os adultos exercícios físicos multiarticulares que acionam mais de um grupo muscular esquelético e visam grupos musculares agonistas e antagonistas; • Exercícios físicos uniarticulares e envolvendo o tronco/core também podem ser incluídos em um programa de treinamento de força, normalmente após a realização de exercícios multiarticulares para esse grupo muscular esquelético específico; • Podem-se usar diversos equipamentos e/ou a própria massa corporal para realizar esses exercícios físicos.

Fonte: Adaptado de Liguori *et al.* (2023).

Contudo, uma abordagem eficaz e factível de ser implementada em casa são exercícios que utilizam o peso corporal do próprio indivíduo, adaptando-se gradualmente. Posteriormente, com a

supervisão profissional, poder-se-á aumentar o desempenho (Vikberg *et al.*, 2019). Dois fatores cruciais para alcançar resultados satisfatórios são a constância regular na realização dos exercícios e a aderência ao programa de treinamento (Yasuda, 2022).

2.2. Etapas do projeto

Este projeto foi realizado em duas etapas:

Etapa 01 — trata-se de um estudo observacional de corte transversal que utilizou a Iniciativa STROBE (Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology)(Malta *et al.*, 2010), como ferramenta norteadora para a construção de estudos observacionais. Com a proposta de verificar o risco de sarcopenia através do instrumento de rastreo SARC-F e a provável sarcopenia pelos testes de força de preensão palmar e sentar e levantar de cinco repetições em adultos no pós-covid-19;

Etapa 02 — desenvolvimento do guia de exercícios físicos para indivíduos adultos com risco e provável sarcopenia no pós-covid-19.

2.2.1. Etapa 01 – Estudo transversal

Os participantes foram recrutados por convite em redes sociais dos pesquisadores e busca ativa em uma clínica de fisioterapia, na cidade de Salvador. Foram realizados 100 agendamentos para participação no estudo, 80 compareceram para a realização dos testes. Três participantes foram considerados ineligíveis e, portanto, excluídos do estudo por apresentarem doenças neuromusculares, neurológicas e câncer. A amostra final foi constituída por 77 participantes de ambos os sexos, e os dados coletados no período de outubro de 2021 a julho de 2023.

Ao investigar o risco de sarcopenia e provável sarcopenia em adultos no pós-covid-19, utilizando os instrumentos e testes propostos pelo EWGSOP2 (11), nossos resultados revelaram que 16,9% dos participantes têm risco de sarcopenia avaliado pelo

instrumento SARC-F. Ainda, 37,7% e 6,5% têm provável sarcopenia quando avaliada a força muscular por meio do teste de levantar e sentar 5 repetições e força de preensão palmar respectivamente.

2.2.2. Etapa 02 – Desenvolvimento do guia de exercícios

A partir dos resultados observados na etapa 1 do estudo, iniciou-se o desenvolvimento do guia de exercícios físicos para indivíduos adultos com risco e provável sarcopenia no pós-covid-19.

De acordo com os nossos resultados, os indivíduos pós-covid-19 apresentaram risco de sarcopenia (16,9%) e redução da força de membros superiores (6,5%) e inferiores (37,7%), ou seja, provável sarcopenia (Cruz Jentoft *et al.*, 2019). O treinamento de força promove fortalecimento dos músculos e é recomendado no Guia de Atividade Física para a População Brasileira, bem como o treinamento aeróbico, que promove benefícios diversos à saúde (Brasil, 2021b).

Os exercícios foram organizados de acordo com frequência semanal; séries; repetições e intervalo de descanso. Separados em 4 blocos (contendo 2 semanas), totalizando um período de 2 meses ou 8 semanas. Os exercícios foram planejados para serem realizados em casa e, em sua maioria, com o peso corporal.

A intensidade dos exercícios é controlada pela percepção subjetiva de esforço, utilizando a escala de Borg, modificada por Foster (Foster *et al.*, 2001). Composta por uma escala de 0 a 10, sendo: (0) o menor valor considerado repouso absoluto e (10) o maior valor considerado esforço físico máximo. Cada seção de exercício terá uma indicação de intensidade pela escala de Borg (Foster *et al.*, 2001; Nakamura; Moreira; Aoki, 2010).

O GUIA DE EXERCÍCIOS PARA ADULTOS COM RISCO DE SARCOPENIA E PROVÁVEL SARCOPENIA NO PÓS-COVID-19 é composto pelos seguintes itens:

Apresentação

1 - Definições

1.1 - Atividade física

1.2 - Exercício físico

1.3 - Comportamento sedentário

2 - Capacidade física

2.1 - Aptidão cardiorrespiratória

2.2 - Força

3 - Benefícios da atividade física

4 - Orientações gerais

5 - Recomendações de exercícios de força

5.1 - Recomendações de exercícios de força 1º mês (Figura 1)

5.2 - Recomendações de exercícios de força 2º mês

5.3 - Recomendações de exercícios aeróbicos (Figura 2)

6 - Referências

Figura 1 — Recomendações de exercícios de força — Primeiro mês



Fonte: Brasil (2021); American College of Sports Medicine (2009).

Figura 2 — Recomendações de aeróbicos

RECOMENDAÇÕES DE EXERCÍCIOS AERÓBICOS

Frequência 2 a 3x por semana

Exercício	Séries / Duração	Intervalo entre séries	Observações
Caminhada (Moderada)	1 x 15 a 25 min	-----	Realizar na 1ª e 2ª semana
Caminhada (Moderada)	3 x 10 min	2 min (caminhando leve)	Realizar na 3ª e 4ª semana
Caminhada (Moderada)	3 x 15 min	2 min (parado)	Realizar na 5ª e 6ª semana
Caminhada (Moderada) + Trote (Moderado)	2 x 10 min (caminhada) + 5 min (trote)	-----	Realizar na 7ª e 8ª semana

ESCALA DE BORG ADAPTADA PERCEÇÃO DE ESFORÇO	
0	REPOUSO
1	DEMASIADO LEVE
2	MUITO LEVE
3	MUITO LEVE-LEVE
4	LEVE
5	LEVE-MODERADO
6	MODERADO
7	MODERADO-INTENSO
8	INTENSO
9	MUITO INTENSO
10	EXAUSTIVO

Leve: exige mínimo esforço físico e causa pequeno aumento da respiração e dos batimentos do seu coração. Numa escala de 0 a 10, a percepção de esforço é de 1 a 4.

Moderada: exige mais esforço físico, faz você respirar mais rápido que o normal e aumenta moderadamente os batimentos do seu coração. Numa escala de 0 a 10, a percepção de esforço é 5 e 6.

Fonte: Brasil (2021); Foster (2001).

O guia com recomendações de exercícios físicos para indivíduos adultos com risco e provável sarcopenia pós-covid-19 está disponível para a população no formato digital, contendo informações e orientações necessárias para a realização dos exercícios.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo indicam a existência de risco de sarcopenia e provável sarcopenia em adultos entre 18 e 64 anos no pós-covid-19. Essas condições, que antecedem à sarcopenia, apontam redução da força muscular e podem impactar a realização das atividades diárias e qualidade de vida das pessoas. Com os dados deste estudo, foi possível desenvolver um guia de exercícios físicos para adultos com risco de sarcopenia e provável sarcopenia no pós-covid-19. Isso porque a prática regular de exercícios pode

contribuir como estratégia não medicamentosa para reverter ou impedir a progressão da provável sarcopenia.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. **Coronavírus Brasil**. Brasília, 2021a. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 2 jul. 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **GUIA DE ATIVIDADE FÍSICA PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA**. Brasília, 2021b. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf. Acesso em: 3 dez. 2023.
- CAMPISI, J. *et al.* From discoveries in ageing research to therapeutics for healthy ageing. **Nature**, v. 571, n. 7764, p. 183–192, 2019. DOI: 10.1038/S41586-019-1365-2. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31292558/>. Acesso em: 4 dez. 2023.
- CASEY, P.; ANG, Y.; SULTAN, J. COVID-19-induced sarcopenia and physical deconditioning may require reassessment of surgical risk for patients with cancer. **World Journal of Surgical Oncology BioMed Central Ltda**, v. 19, n. 1, p. 8, 2021. DOI: 10.1186/s12957-020-02117-x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33430881/>. Acesso em: 3 jul. 2021.
- CAVA, E. *et al.* Obesity pandemic during COVID-19 outbreak: Narrative review and future considerations. **Clinical Nutrition Churchill Livingstone**, v. 40, n. 4, p. 1637-1643, 2021. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.02.038. Disponível em: </pmc/articles/PMC7923945/>. Acesso em: 3 jul. 2021.
- CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 39, n. 4, p. 412–423, 2010. DOI: 10.1093/ageing/afq034. Disponível em: </pmc/articles/PMC2886201/?report=abstract>. Acesso em: 7 out. 2020.
- CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 48, n. 1,

p. 16–31, 2019. DOI: 10.1093/ageing/afy169. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30312372/>. Acesso em: 7 out. 2020.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; SAYER, A. A. Sarcopenia. **Lancet (London, England)**, v. 393, n. 10191, p. 2636–2646, 2019. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)31138-9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31171417/>. Acesso em: 29 mar. 2022.

DISSER, N. P. *et al.* Musculoskeletal Consequences of COVID-19. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 102, n. 14, p. 1197–1204, 2020. DOI: 10.2106/JBJS.20.00847. Disponível em: <https://journals.lww.com/10.2106/JBJS.20.00847>. Acesso em: 19 jul. 2023.

DIZ, J. B. M.; QUEIROZ, B. Z. de; TAVARES, L. B.; PEREIRA, L. S. M. Prevalência de sarcopenia em idosos: resultados de estudos transversais amplos em diferentes países. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 18, n. 3, p. 665–678, 2015. DOI: 10.1590/1809-9823.2015.14139. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-9823.2015.14139>. Acesso em: 7 out. 2020.

FC, B. *et al.* World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British journal of sports medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451–1462, 2020. DOI: 10.1136/BJSPORTS-2020-102955. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33239350/>. Acesso em: 29 set. 2021.

FOSTER, C. *et al.* A new approach to monitoring exercise training. **Journal of strength and conditioning research**, United States, v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11708692/>. Acesso em: 3 dez. 2023.

GUPTA, A. *et al.* Extrapulmonary manifestations of COVID-19. **Nature Medicine** 2020 26:7, v. 26, n. 7, p. 1017–1032, 2020. DOI: 10.1038/s41591-020-0968-3. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0968-3>. Acesso em: 26 out. 2023.

JACOB, S. *et al.* Neuromuscular Complications of SARS-CoV-2 and Other Viral Infections. **Frontiers in Neurology**, v. 13, p. 914411, 2022. DOI: 10.3389/FNEUR.2022.914411. Disponível em: [/pmc/articles/PMC9263266/](https://pmc/articles/PMC9263266/). Acesso em: 1 nov. 2023.

KIRWAN, R. *et al.* Sarcopenia during COVID-19 lockdown restrictions: long-term health effects of short-term muscle loss.

GeroScience, v. 42, n. 6, p. 1547–1578, 2020. DOI: 10.1007/s11357-020-00272-3. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33001410/>. Acesso em: 20 jul. 2023.

LAURETANI, F. *et al.* Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 95, n. 5, p. 1851–1860, 2003. DOI: 10.1152/JAPPLPHYSIOL.00246.2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14555665/>.

Acesso em: 4 dez. 2023.

LIGUORI, L. *et al.* (Org.). **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023.

MALTA, M. *et al.* Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. **Rev Saúde Pública**, v. 44, n. 3, p. 559–65, 2010. Disponível em: <http://www.consort-statement.org/consort-statement/>. Acesso em: 22 ago. 2018.

METTER, E. *et al.* Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 57, n. 10, p. B359–B365, 2002. DOI: 10.1093/GERONA/57.10.B359. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12242311/>. Acesso em: 4 dez. 2023.

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M. S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? **Revista da Educação Física/UEM**, v. 21, n. 1, 2010. DOI: 10.4025/reveducfis.v21i1.6713. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevEducFis/article/download/6713/5702>. Acesso em: 3 dez. 2023.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181915670. Disponível em: <https://journals.lww.com/00005768-200903000-00026>. Acesso em: 4 dez. 2023.

SILVA, R. M. V. da; SOUSA, A. V. C. de. Fase crônica da COVID-19: desafios do fisioterapeuta diante das disfunções musculoesqueléticas. **Fisioterapia em Movimento**, v. 33, 2020. DOI: 10.1590/1980-5918.033.ED02. Disponível em: <http://www>.

scielo.br/j/fm/a/j4gf5VPw559bfwxLvsN9F8p/?lang=pt&format=html. Acesso em: 10 jul. 2021.

VIKBERG, S. *et al.* Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 20, n. 1, p. 28–34, 2019. DOI: 10.1016/J.JAMDA.2018.09.011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30414822/>. Acesso em: 4 dez. 2023.

WELCH, C. *et al.* COVID-19 and acute sarcopenia. *Aging and Disease*. **International Society on Aging and Disease**, v. 11, n. 6, p. 1345-1351, 2020. DOI: 10.14336/AD.2020.1014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33269092/>. Acesso em: 3 jul. 2021.

WELCH, C. *et al.* Acute Sarcopenia Secondary to Hospitalisation - An Emerging Condition Affecting Older Adults. **Aging and disease**, v. 9, n. 1, p. 151–164, 2018. DOI: 10.14336/AD.2017.0315. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29392090/>.

Acesso em: 1 nov. 2023.

YASUDA, t. Selected Methods of Resistance Training for Prevention and Treatment of Sarcopenia. **Cells**, v. 11, n. 9, 2022. DOI: 10.3390/CELLS11091389. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35563694/>. Acesso em: 4 dez. 2023.

IMPLEMENTAÇÃO DO INDICADOR DE EFETIVIDADE DE RECURSOS OPERACIONAIS NA SAÚDE: INSIGHTS DE ESTUDOS DE CASOS

LIMA, Luciane Oliveira¹; MACÊDO, Marcelly Ribeiro Bulcão¹; SOUZA, Gabriela dos Reis Machado¹; GUIMARÃES, Camille Pereira¹; PIMENTEL, Cristiane Agra²

¹ Estudante de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

² Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

E-mail: luciane@aluno.ufrb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A assistência médica no Brasil, especialmente no Sistema Único de Saúde (SUS), enfrenta desafios históricos relacionados à qualidade dos serviços prestados. Ao longo dos anos, observou-se a estagnação na melhoria contínua da qualidade assistencial, refletindo a necessidade urgente de intervenções estruturais. A gestão pública e a ampliação do SUS, embora tenham trazido avanços significativos em termos de acesso à saúde, também evidenciam lacunas em aspectos como eficiência, custo e qualidade do atendimento (Brasil, 2024).

De acordo com Kunzler e Strassburger (2023), esses desafios se tornam ainda mais complexos quando se trata de hospitalizações e serviços especializados, como a cirurgia, na qual a redução de desperdícios e a melhoria na eficiência são cruciais para o bom funcionamento do sistema. Nesse cenário, a metodologia *Lean Healthcare* surge como uma proposta inovadora que visa transformar a gestão hospitalar e os processos assistenciais por

meio da eliminação de desperdícios, da melhoria na utilização de recursos e, principalmente, do aumento da qualidade do atendimento ao paciente.

Originária do setor industrial, a metodologia *Lean*, aplicada à saúde, busca otimizar os processos hospitalares ao focar na maximização do valor entregue ao paciente e na minimização de atividades que não agreguem valor. O *Lean Healthcare* é um conjunto de práticas baseadas nos princípios do *Manufacturing*, adaptadas ao contexto hospitalar, que inclui a identificação e eliminação de desperdícios em processos como a administração de medicamentos, o tempo de espera dos pacientes e a utilização de recursos materiais (Vieira *et.al* , 2022).

Existem diversas ferramentas do *Lean Healthcare* que podem ser utilizadas para solucionar os mais diversos gargalos. Para a escolha da ferramenta a ser utilizada, é necessário efetuar um estudo aprofundado para, de fato, ocorrer a seleção adequada, pois nem todas são vantajosas para determinados problemas específicos.

O Mapa de Fluxo de Valor (MFV) é uma das ferramentas principais e mais eficazes para a identificação e a tomada de decisões sobre qual situação deve ser priorizada (Oliveira *et al.*, 2024). Também existem o *Takt Time* e o Tempo de Ciclo, que estão relacionados, respectivamente, ao tempo médio da demanda em determinado período e ao tempo necessário para a produção de uma única peça (Catrib, 2022). Todas possuem funcionalidades e características distintas, mas, quando utilizadas de forma correta, levam à otimização de processos, com foco no cliente, que, nesse contexto, é o paciente.

A aplicação dessa metodologia pode ter impacto direto na redução de custos operacionais e na melhoria da eficiência dos serviços de saúde, algo essencial para a sustentabilidade do SUS. Segundo Souza *et al.* (2023), a metodologia pode não apenas reduzir custos, mas também contribuir para uma gestão mais transparente e eficiente, com a implementação de melhorias contínuas que envolvem todos os níveis da organização.

Diversos estudos demonstram a eficácia da implementação dessa metodologia em hospitais brasileiros. Um exemplo pode ser encontrado no estudo de Régis, Gohr e Santos (2018), que descrevem a aplicação de práticas *Lean* em diferentes hospitais no Brasil, com ênfase em técnicas como *Kaizen* e Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). O estudo revela que, em um hospital de grande porte, a implementação dessas práticas resultou em um aumento de 25% na eficiência do atendimento, além de uma redução significativa no tempo de espera para os pacientes. Esses ganhos são atribuídos à reorganização dos processos internos, eliminação de etapas desnecessárias e comunicação mais fluida entre as equipes de saúde. Assim, a metodologia se apresenta como uma solução promissora para a gestão hospitalar no Brasil, não apenas para melhorar a eficiência, mas também para proporcionar uma melhor experiência para os pacientes.

Além das melhorias gerais no atendimento, o *Lean Healthcare* também tem sido aplicado de forma específica para avaliar a eficiência dos centros cirúrgicos, um dos setores mais críticos e caros nos hospitais (Souza, Vaccaro e Lima, 2023). A adaptação de indicadores de desempenho, como o *Operating Room Effectiveness* (ORE), inspirado no *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), tem sido uma das estratégias para avaliar a produtividade dos centros cirúrgicos. O ORE busca medir o tempo efetivamente utilizado para a realização de cirurgias, comparando-o com o tempo total disponível para esses procedimentos (Vieira, 2022). Isso permite que os gestores identifiquem falhas no processo, como interrupções desnecessárias ou baixa utilização de recursos, e, assim, implementem melhorias. Silva (2021) relata que, ao adotar o ORE, um hospital conseguiu reduzir os tempos ociosos das salas de cirurgia e melhorar a utilização de materiais e equipamentos, resultando em maior eficiência e menor custo.

No entanto, é fundamental entender que a implementação do *Lean Healthcare* não se limita à adoção de ferramentas e indicadores de eficiência. Para que a metodologia seja bem-sucedida, é necessário compromisso organizacional profundo com a mudança

cultural e processual (Mendes, 2024). Isso exige a participação ativa de todos os membros da equipe, desde os profissionais de saúde que atuam diretamente no cuidado ao paciente até os gestores e administradores hospitalares. O processo de mudança deve ser gradual e envolver treinamentos contínuos para que os profissionais compreendam os benefícios da metodologia e possam aplicar suas práticas de forma eficaz.

Além disso, é importante ressaltar que a busca pela excelência na assistência médica, impulsionada pela metodologia *Lean*, não deve comprometer a segurança e o bem-estar dos pacientes. Qualquer iniciativa de melhoria precisa ser cuidadosamente planejada e monitorada para garantir que os padrões de qualidade e segurança sejam mantidos ou até aprimorados ao longo do tempo. A introdução de novas práticas, embora possa resultar em melhorias na eficiência e na redução de custos, não deve ser feita de maneira a negligenciar a experiência do paciente, que deve continuar sendo o foco central das ações de melhoria.

Este trabalho, portanto, visa explorar a implementação de indicadores advindos do Lean Healthcare, com foco específico no indicador ORE, analisando seus impactos na eficiência dos centros cirúrgicos em hospitais brasileiros. A relação entre o ORE e os resultados obtidos em diferentes estudos de caso será abordada, com o objetivo de compreender como essas práticas podem contribuir para a melhoria contínua dos processos hospitalares e, conseqüentemente, para a elevação da qualidade do atendimento aos pacientes.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica comparativa de estudos de caso que investigaram a implementação do ORE, um indicador global de eficiência em centros cirúrgicos (CC) de hospitais brasileiros. Essa abordagem

metodológica é essencial para a construção de uma base teórica sólida, possibilitando uma análise aprofundada do tema em questão (Hassunuma *et al.*, 2024).

A definição do tema e a formulação da questão de pesquisa foram etapas fundamentais que orientaram a seleção criteriosa de termos e descritores relevantes, além da identificação das bases de dados utilizadas na coleta de informações. O tema central foi a aplicação do indicador ORE, e a questão de pesquisa “como este indicador pode identificar gargalos em centros cirúrgicos?”. A escolha dos seguintes termos foi realizada: “indicadores”, “saúde”, “ORE”, “*Lean Healthcare*” e “eficiência”. Esta foi conduzida nas bases de dados Google Acadêmico e SciELO, nos quais foram identificados os estudos de caso que serviram de base para esta análise.

Dentro da perspectiva de implementação do ORE como indicador propriamente dito, foram encontrados apenas os dois artigos anteriormente discutidos. Os demais artigos tratavam de uma adaptação um pouco diferente do ORE, utilizando outra forma de adaptação do OEE. Para fins de comparação mais efetiva, por considerarem os mesmos parâmetros de cálculo, foram escolhidos esses dois artigos. Levou-se em consideração, também, aspectos individuais da discussão e análise que contribuem para uma maior robustez do trabalho e para a agregação na análise final.

A pesquisa se norteará com uma comparação de resultados obtidos em ambos os trabalhos, aferindo as discrepâncias e similaridades encontradas nos diferentes cenários. Com isso, será traçado o melhor caminho e os desafios da implementação do ORE em unidades de saúde.

2.2 Resultados e discussão

Como instrumento de análise da pesquisa, foram utilizados dois estudos de caso. Um deles foi desenvolvido por Vieira *et al.* (2022) em um hospital de Minas Gerais, em que aplicou o indicador ORE para avaliar a eficiência em centros cirúrgicos, utilizando dados referentes a janeiro de 2020. Adicionalmente, os autores

empregaram um indicador adicional para validar os dados do ORE. E o estudo de caso realizado por Guimarães (2018) no Hospital Regional de Samambaia (HRSma), que também aplicou o indicador ORE para avaliar a eficiência em centros cirúrgicos. O autor analisou dados de seis meses anteriores à implementação do indicador e propôs quatro hipóteses sobre como o ORE pode conduzir a melhorias.

Apesar de ambos os estudos utilizarem a mesma metodologia para a coleta de dados — disponibilidade, performance e qualidade — e de calcularem o ORE a partir da redução desses fatores do tempo total disponível, eles divergem quanto ao período de análise e às especificidades do cálculo.

Em Vieira *et al.* (2022), os percentuais do ORE foram calculados separando os dados da sala I, dedicados às emergências, e das salas 2 a 7, destinadas às cirurgias eletivas. Essa separação permitiu uma análise mais detalhada e específica do desempenho de cada tipo de sala, resultando em um cálculo individual para cada grupo e, posteriormente, na obtenção de uma média geral. A coleta de dados, que ocorreu ao longo de três meses, levou a um percentual médio do ORE de 46%, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 — Tabela dos dados estudados

Descrição				Quantidade de cirurgias utilizadas para TTU advindo do intervalo		
Data	Total de cirurgias	Total amostra*	ORE	entre anestésias	entre cirurgias	Entre início da anestesia e fim da cirurgia
Jan. 2020	948	498	46%	485 (97,3%)	5 (1,0%)	8 (1,6%)
Sala 1	55	50	10%	45 (92%)	1 (2%)	4 (7%)
Sala 2 a 7	547	448	59%	440 (98,2%)	4 (0,9%)	4 (0,9%)
Sala 8 a II	346	-	-	-	-	-

*amostra: exclusão dos dados das salas 8 a II; fora do intervalo 7h as 19h nas salas 2 a 7 (na coluna entrada na sala); fim de semana e feriado.

Fonte: Vieira *et al.* (2022).

No estudo de caso de Guimarães (2018), os cálculos do ORE foram realizados mensalmente, permitindo uma análise mais detalhada das variações no desempenho ao longo do tempo. Após a descrição dos dados, foi obtida uma média de percentuais mensais, que resultou em um valor de 51,39%, conforme ilustrado na Tabela 2. Essa abordagem mensal resultou em uma visão clara

das oscilações na eficiência do centro cirúrgico e na possibilidade de identificação de períodos críticos que podem exigir ajustes ou instruções específicas.

Tabela 2 — Tabela dos dados estudados

Mês	Disponibilidade	Performance	Qualidade	ORE
Novembro	87,83%	56,93%	100,00%	50,00%
Dezembro	82,26%	70,05%	100,00%	57,63%
Janeiro	77,07%	61,16%	100,00%	47,13%
Fevereiro	79,07%	69,02%	100,00%	54,57%
Março	74,07%	68,43%	100,00%	50,69%
Abril	77,35%	64,89%	100,00%	50,19%
MÉDIA	78,81%	65,20%	100,00%	51,39%

Fonte: Guimarães (2018).

Comparando os dois resultados, pode-se notar que o percentual encontrado por Guimarães (2018) foi maior do que o encontrado por Vieira *et al.* (2022). Contudo, não se pode admitir que a eficiência encontrada no Hospital de Minas Gerais seja inferior à encontrada no Hospital Regional de Samambaia, podendo estar atrelada ao porte dos hospitais, à qualidade de levantamento dos dados diários e ao método de análise aplicado.

Em Vieira *et al.* (2022), o principal empecilho foi a obtenção de dados confiáveis. Eles não estavam sendo levantados da maneira correta, com “robustez”, pois havia avarias nos registros de dados. Já em Guimarães (2018), um grande limitante encontrado para aumentar o percentual de desempenho foi a disponibilidade de cirurgião, anestesista e enfermagem. Tais profissionais atuavam em horário restrito, dividido em três turnos diários.

Em ambos os estudos, porém, o índice da qualidade permaneceu com o percentual em 100%. Esse resultado está relacionado à falta de registros das reintervenções cirúrgicas, como visto em Vieira *et al.* (2022), e que pode também estar ocorrendo no outro estudo.

Observa-se a presença de um significativo contingente de dados desatualizados, prontuários com excesso de registros e profissionais despreparados para o manejo da tecnologia, o que causa dificuldades em gerar indicadores legítimos (Montenegro, 2013, p. 4).

Essa falha no registro de dados das cirurgias pode ocultar tanto uma falha quanto um ponto positivo da unidade hospitalar, não permitindo, assim, uma possível sugestão para reparação ou aprimoramento dos procedimentos positivos, e afetando significativamente todo o indicador, impedindo a obtenção de um percentual confiável.

Ademais, não existem muitas aplicações práticas do ORE, o que impossibilita uma comparação dos índices que permita identificar qual a média de um índice para nortear a adequação, como visto em indicadores mais difundidos e antigos. Isso já é constatado por ambos os autores, e sabe-se que o percentual obtido no ORE não tem como chegar a 100% de eficiência, devido aos processos de *setups* serem inevitáveis no centro cirúrgico, mas há como programá-lo e minimizar os impactos.

Ao considerar os principais obstáculos para aumentar a eficiência nos centros cirúrgicos, Guimarães (2018) propôs quatro hipóteses focando na redução do tempo de espera e da taxa de cancelamento, identificando o tempo para início da primeira cirurgia e a alta taxa de cancelamento (20,37% ao mês) como áreas críticas. As hipóteses incluem: reduzir o tempo de espera em 20 minutos, com melhora de 5% no ORE e ganho de 12 horas mensais; reduzir a taxa de cancelamentos em 20%, aumentando o ORE em 3% e ganhando 6 horas mensais; combinar ambas as abordagens para um aumento de 8% no ORE; e implementar reduções severas para um ganho de 30 horas mensais ou aumento de 30% no indicador ORE.

Em concordância, Sodré e El Fahl (2021) também enfatizam a importância da gestão eficiente do centro cirúrgico para a diminuição do cancelamento de cirurgias, visando a melhoria dos índices de qualidade hospitalar. Ainda, destaca-se que o

cancelamento de cirurgias é um problema multifatorial com causas clínicas e organizacionais, que impacta tanto os serviços de saúde quanto os pacientes.

A análise crítica dos dados obtidos permitiu identificar lacunas no conhecimento atual, direcionando potenciais investigações futuras. A síntese dos resultados dos estudos comparados reforça a importância da metodologia empregada nesta revisão e alinha-se às considerações de Hassunuma *et al.* (2024), que destacam o papel fundamental de revisões integrativas bem elaboradas para o avanço do conhecimento científico.

Em conclusão, para a obtenção de resultados confiáveis na implementação do ORE em futuros trabalhos, recomenda-se uma preparação prévia e rigorosa do processo de coleta e registro de dados, assegurando sua fidedignidade e representatividade da realidade. Adicionalmente, sugere-se a formulação e aplicação de hipóteses voltadas à melhoria dos índices de eficiência, buscando a resolução de gargalos associados e, conseqüentemente, aprimorando a qualidade do atendimento e a experiência do paciente.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo explorou a implementação de indicadores *Lean Healthcare*, especificamente o ORE, em centros cirúrgicos de hospitais brasileiros, visando analisar seus impactos na eficiência e qualidade do atendimento. A hipótese central era que a aplicação do ORE contribuiria para a identificação de gargalos e oportunidades de melhoria contínua nesses ambientes.

A revisão bibliográfica e análise de estudos de caso revelaram que o indicador pode ser uma ferramenta valiosa para o diagnóstico da eficiência cirúrgica, embora sua aplicação prática ainda enfrente desafios. Os estudos analisados apresentaram percentuais de ORE de 46% e 51,39%, evidenciando a existência de áreas com potencial de otimização.

Um dos principais obstáculos identificados foi a coleta e o gerenciamento de dados, ressaltando a necessidade de treinamento

adequado das equipes para garantir a precisão e a integridade das informações. A superação desse desafio é crucial para a obtenção de um ORE mais confiável e para a identificação precisa dos pontos de intervenção.

A análise das causas de ineficiência, com o auxílio de ferramentas como o diagrama de *Ishikawa*, é fundamental para o desenvolvimento de planos de ação eficazes. Ao direcionar esforços para eliminar as causas raízes dos problemas, como cancelamentos de cirurgias, é possível melhorar significativamente o desempenho do centro cirúrgico e, conseqüentemente, elevar o percentual de eficiência.

Os resultados obtidos confirmam a importância do ORE como ferramenta para identificar gargalos, otimizar processos e melhorar a qualidade dos serviços cirúrgicos. Com isso, a implementação de indicadores de desempenho representa um passo essencial para promover a melhoria contínua nos hospitais.

Espera-se que este estudo motive gestores e profissionais da saúde a adotar métricas bem definidas para fundamentar decisões estratégicas e promover uma cultura de melhoria contínua, visando a excelência nos serviços prestados aos pacientes. Além disso, sugere-se a realização de novos estudos de caso com a implementação do ORE, a fim de ampliar o conhecimento sobre o tema e fornecer dados para a criação de *benchmarks* específicos para o contexto brasileiro.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Senado Federal. "Desafios para a consolidação do Sistema Único de Saúde". **Estudos Legislativos**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/agenda-legislativa/capitulo-19-desafios-para-a-consolidacao-do-sistema-unico-de-saude>. Acesso em: 25 jan. 2025.

CATRIB, E. B. **Análise comparativa da aplicação do mapeamento do fluxo de valor em hospitais: um estudo de múltiplos casos na emergência de hospitais públicos.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/237561>. Acesso em: 16 de abril de 2025.

GUIMARÃES, L. M. **Análise de eficiência de um centro cirúrgico hospitalar com abordagem do Lean Healthcare.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) — Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Brasília, 2018. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/21170>. Acesso em: 23 mar. 2024.

HASSUNUMA, R. M. *et al.* Revisão integrativa e redação de artigo científico: uma proposta metodológica em 10 passos. **Integrar - Revista Brasileira de Pesquisa e Inovação em Saúde**, v. 5, n. 3, p. 1-15, 2024. DOI: <https://doi.org/10.51189/integrar/rema/4275>. Disponível em: <https://www.editoraintegrar.com.br/publish/index.php/rema/article/view/4275>. Acesso em: 16 mar. 2024.

KUNZLER, C. C. C.; STRASSBURGER, N. C. Lean Healthcare na Gestão Hospitalar. **Revista Pleiade**, v. 17, n. 41, p. 112-123, out.-dez. 2023. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/pleiade/article/view/957>. Acesso em: 24 jan. 2025.

MENDES, L. M da S. C. **Barreiras para implementação do lean nas emergências: caso do hospital regional do Gama.** 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração Pública) — Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, Brasília, 2024. Disponível em: <https://repositorio.idp.edu.br/handle/123456789/5030>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MONTENEGRO, L. C. *et al.* Sistema de informação como instrumento de gestão: perspectivas e desafios em um hospital filantrópico. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2013. Disponível em: <https://jhi.sbis.org.br/index.php/jhisbis/article/view/203>. Acesso em: 18 mar. 2024.

OLIVEIRA, W. B. *et al.* Melhoras em el centro obstétrico de um hospital público: estudio de caso sobre el uso de herramientas de Lean Healthcare. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 10, p. 182–195, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.47456/bjpe.v10i2.44242>. Acesso em: 15 abr. 2025.

RÉGIS, T. K. O.; GOHR, C. F.; SANTOS, L. C. Implementação do lean healthcare: experiências e lições aprendidas em hospitais brasileiros. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 58, n. 1, p. 30-43, jan./fev. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323544191_IMPLEMENTACAO_DO_LEAN_HEALTHCARE_EXPERIENCIAS_E_LICOES_APRENDIDAS_EM_HOSPITAIS_BRASILEIROS. Acesso em: 24 jan. 2025.

SILVA, J. C. F. da. **Roteiro para implementação lean healthcare em hospitais**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção de Sistemas, Pato Branco, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28283/1/roteiroimplementacaoleanhospitais.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2025.

SODRÉ, R. L.; EL FAHL, M. de A. F. Suspensão de cirurgias no Centro Cirúrgico do Hospital do Servidor Público Municipal de São Paulo. **Revista de Administração em Saúde** (on-line), São Paulo, v. 21, n. 85, p. e307, out./dez. 2021. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/06/1371297/suspensaode-cirurgia-spv21n85-2021.pdf> . Acesso em: 10 fev. 2025.

SOUZA, A. G. A. *et al.* A metodologia lean aplicada às instituições de saúde (lean healthcare): uma revisão sistemática de literatura. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 5, p. 2551-2568, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370997808_A_metodologia_lean_aplicada_as_instituicoes_de_sau_de_lean_healthcare_uma_revisao_sistemica_de_literatura. Acesso em: 21 jan. 2025.

SOUZA, T. A.; VACCARO, G. L. R; LIMA, R. M. Operating room effectiveness: a lean health-care performance indicator. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 11, n. 3, p. 465-483,

2020. Emerald Group Publishing Ltd. DOI: 10.1108/IJLSS-10-2019-0155. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/66287>. Acesso em: 23 mar. 2024.

VIEIRA, L. C. N. *et al.* Gestão de operações hospitalares: um estudo de caso sobre indicadores de eficiência em serviços cirúrgicos. **RAHIS - Revista de Administração Hospitalar e Inovação em Saúde**, v. 19, n. 2, p. 58-74, mai.-jun. 2022. e-ISSN 2177-2754. DOI: <https://doi.org/10.21450/rahis.v19i3.7371>. Disponível em: <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/rahis/article/view/7371>. Acesso em: 23 mar. 2024.

INOVAÇÕES DIAGNÓSTICAS NO TEA: CONSTRUINDO PONTES ENTRE CIÊNCIA E PRÁTICA CLÍNICA

SIQUARA, Gustavo Marcelino¹; SANTANA, Vinicius Neiva de²;
MESQUITA, Natália Barreto de²; BORGES, Mislene Luzia
Menezes²; SIMAS, Suelen Gualberto Gomes²; PONDE, Milena
Pereira³

¹ Doutor em Psicologia, Escola Bahiana de Medicina e Saúde
Pública (EBMSP)

² Mestrando em Psicologia e Intervenções em Saúde, Escola
Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

³ Doutora em Saúde Pública, Escola Bahiana de Medicina e Saúde
Pública (EBMSP)

E-mail: gustavosiquara@bahiana.edu.br

1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA E CONCEITUAL DO DIAGNÓSTICO DO AUTISMO

1.1 Das primeiras observações ao conceito atual: marcos históricos

O termo “autismo” foi introduzido por Eugen Bleuler em 1911, ao descrever um sintoma central da esquizofrenia: a retração da pessoa em relação à realidade, com foco excessivo no mundo interno (Bleuler, 1911). Apesar de ter sido empregado inicialmente como um traço esquizofrênico, o conceito foi ressignificado nas décadas seguintes.

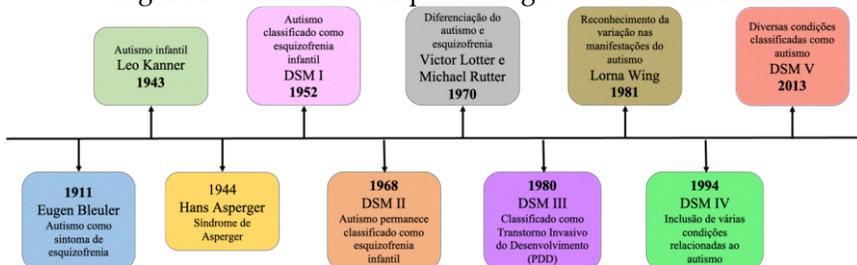
Em 1943, Leo Kanner publicou um estudo com 11 crianças que apresentavam padrões de comportamento peculiares, incluindo isolamento social, resistência à mudança, fala atípica e inteligência preservada. Kanner cunhou o termo “autismo infantil precoce”

para descrever essa condição, diferenciando-a de quadros como deficiência intelectual e síndromes genéticas (Kanner, 1943).

No ano seguinte, Hans Asperger (1944) descreveu crianças com cognição preservada ou acima da média, mas com dificuldades significativas na comunicação social e comportamentos repetitivos. Sua contribuição foi decisiva para ampliar a noção de que o autismo não estava necessariamente associado a atraso intelectual.

Essas descrições iniciais estabeleceram as bases para a compreensão do autismo como uma condição clínica distinta, mas com múltiplas apresentações fenotípicas.

Figura 1 – Linha do tempo do diagnóstico de autismo



Fonte: Autoria própria (2025).

1.2 Principais mudanças diagnósticas: uma perspectiva histórica

As contribuições de Asperger e, mais tarde, de Michael Rutter foram fundamentais para consolidar o autismo como uma condição independente de outras desordens psiquiátricas. Na década de 1940, Asperger já relatava casos de crianças com dificuldades sensoriais e sociais, mas com linguagem preservada e sintomas iniciando após os três anos de idade.

O marco mais relevante veio em 1978, quando Michael Rutter redefiniu o autismo como um distúrbio do desenvolvimento cognitivo, desvinculando-o formalmente da esquizofrenia. Rutter propôs critérios diagnósticos que incluíam: déficits sociais (não explicados por deficiência intelectual), comprometimento da

comunicação e comportamentos repetitivos, com início antes dos 30 meses de vida.

As primeiras edições do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-I em 1952 e DSM-II em 1968) ainda classificavam o autismo como uma forma de esquizofrenia infantil, refletindo a visão da época sobre os transtornos mentais como respostas psicogênicas a eventos de vida.

1.3 Autismo como transtorno do neurodesenvolvimento: uma mudança paradigmática

A partir dos anos 1970, com o acúmulo de evidências clínicas e epidemiológicas, o autismo passou a ser compreendido como um transtorno do neurodesenvolvimento, com manifestações precoces e persistentes. Pesquisadores como Victor Lotter e Michael Rutter desempenharam papéis-chave nessa reformulação conceitual.

Em 1981, Lorna Wing introduziu a noção de espectro autista, reconhecendo uma ampla diversidade de apresentações clínicas. Wing foi também responsável por popularizar o conceito de “síndrome de Asperger”, ressaltando a coexistência de sintomas autísticos com habilidades cognitivas e linguísticas preservadas (Klin, 2006). Sua atuação como mãe de uma criança autista e defensora de políticas públicas ampliou o impacto clínico e social de suas contribuições.

O DSM-III (1980) marcou a ruptura com a esquizofrenia, definindo o autismo como um transtorno específico. Essa abordagem foi refinada no DSM-IV (1994), com a criação da categoria de Transtornos Invasivos do Desenvolvimento (PDD), que incluiu: autismo infantil, síndrome de Asperger, transtorno desintegrativo da infância, síndrome de Rett e PDD sem outra especificação.

A maior mudança veio com o DSM-5 (2013), que agrupou todas essas condições sob o diagnóstico de Transtorno do Espectro do Autismo (TEA), adotando um modelo dimensional que reconhece graus variados de severidade nos sintomas.

De forma complementar, a Classificação Internacional de Doenças (CID-11), lançada pela Organização Mundial da Saúde em 2018, adotou critérios semelhantes, incluindo especificações sobre o grau de comprometimento da linguagem funcional e a presença ou ausência de deficiência intelectual.

Essa modernização diagnóstica reforça a necessidade de uma abordagem clínica individualizada, que considere a singularidade de cada caso. Além de facilitar o alinhamento internacional nas práticas diagnósticas, promove avanços na definição de condutas terapêuticas mais precisas e eficazes.

1.4 Das classificações históricas ao modelo atual do espectro autista

A trajetória diagnóstica do autismo ilustra a progressiva complexificação do entendimento clínico da condição. Inicialmente descrito como um sintoma da esquizofrenia (Bleuler, 1911), o autismo foi gradualmente reconhecido como uma entidade nosológica própria e, mais recentemente, como um transtorno do neurodesenvolvimento. Essa mudança conceitual reflete o reconhecimento da ampla heterogeneidade do Transtorno do Espectro Autista (TEA), que inclui diferentes perfis funcionais, graus de severidade e comorbidades (American Psychiatric Association, 2013).

Instrumentos como o ADOS (Autism Diagnostic Observation Schedule) e o ADI-R (Autism Diagnostic Interview-Revised) contribuíram significativamente para essa transição, permitindo a identificação mais refinada da variabilidade fenotípica associada ao TEA. Essas ferramentas têm ampliado a capacidade dos profissionais de captar nuances clínicas relevantes, favorecendo diagnósticos mais precisos e prognósticos mais individualizados (Lefort-Besnard *et al.*, 2020).

Essa evolução do entendimento rompe com a ideia de uma apresentação única e padronizada do autismo. Ao contrário, fortalece a noção de espectro, que exige abordagens terapêuticas

flexíveis e adaptadas. A percepção de que cada indivíduo manifesta o TEA de forma singular tem impulsionado estratégias de cuidado menos generalistas, mais centradas na pessoa e com potencial de promover intervenções precoces e eficazes (Fernandes; Tomazelli; Girianelli, 2020).

1.5 Inovação no diagnóstico do autismo: impactos clínicos e mercadológicos

O avanço na compreensão do espectro autista também impulsionou mudanças significativas no campo da inovação em saúde. A necessidade de capturar a complexidade do TEA fomentou o desenvolvimento de instrumentos diagnósticos mais sensíveis e específicos. Ferramentas como o ADOS e o ADI-R se consolidaram como referências internacionais. No Brasil, destaca-se a Escala Labirinto, construída com base em critérios diagnósticos atuais e adaptada à realidade sociocultural brasileira (Pondé et al., 2021).

Esses desenvolvimentos sinalizam uma convergência entre ciência e tecnologia, mostrando como a inovação pode responder a demandas sociais urgentes, como a ampliação do acesso ao diagnóstico precoce. Ao mesmo tempo, essas ferramentas representam um passo importante para a consolidação de políticas públicas mais eficientes e para o fortalecimento da prática clínica.

Além do aprimoramento de instrumentos já existentes, observa-se um movimento voltado à criação de dispositivos que respeitem as particularidades clínicas e culturais das populações atendidas. Essa abordagem não apenas amplia a assertividade diagnóstica, mas também reforça o compromisso com um modelo de saúde centrado na singularidade do indivíduo e alinhado com a complexidade do TEA como entidade nosológica.

1.6 Avaliação crítica das ferramentas diagnósticas tradicionais: ADOS e ADI-R

Instrumentos como o ADOS-2 (Autism Diagnostic Observation Schedule) e o ADI-R (Autism Diagnostic Interview-Revised) foram fundamentais para a ampliação do diagnóstico do Transtorno do Espectro Autista (TEA). Ao longo dos anos, essas ferramentas se consolidaram como padrão-ouro internacional. Contudo, também contribuíram para a complexificação do diagnóstico ao incorporarem uma grande variedade de manifestações clínicas e níveis de severidade.

Apesar de sua importância, os dois instrumentos apresentam limitações significativas, sobretudo quando se trata de diferenciar o TEA de outras condições neurodesenvolvimentais e psiquiátricas:

- Sensibilidade ao contexto e comorbidades:** tanto o ADOS-2 quanto o ADI-R foram desenhados para captar os sintomas centrais do autismo, mas não têm precisão para distinguir o TEA de psicopatologias com apresentações clínicas semelhantes. Isso pode levar a diagnósticos falso-positivos ou falso-negativos, especialmente em casos com comorbidades como Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e transtornos de ansiedade;

- Heterogeneidade fenotípica:** a grande variabilidade nas manifestações do TEA gera sobreposições com outras condições psiquiátricas. Características como dificuldades na interação social e comportamentos repetitivos são comuns em diferentes quadros, o que reduz a especificidade diagnóstica (Lefort-Besnard *et al.*, 2020);

- Limitações em populações clínicas específicas:** estudos mostram que esses instrumentos são menos eficazes em identificar o TEA em indivíduos com altas habilidades cognitivas ou sem deficiência intelectual significativa, resultando em subdiagnóstico ou diagnósticos equivocados.

1.7 Implicações clínicas das abordagens diagnósticas atuais

A atual abordagem diagnóstica, que reúne sob o rótulo de TEA uma ampla gama de perfis clínicos, dificulta a identificação de marcadores biológicos consistentes e a formulação de intervenções padronizadas. Ensaios clínicos realizados com amostras muito heterogêneas tendem a produzir resultados de baixa aplicabilidade.

A identificação de subtipos clínicos dentro do espectro pode permitir tratamentos mais direcionados e eficazes, reduzindo a fragmentação do cuidado e otimizando os desfechos terapêuticos.

1.7.1 Heterogeneidade no TEA: benefícios e desafios para diagnóstico e intervenção

Aspectos positivos:

- **Maior acesso ao cuidado:** a ampliação dos critérios diagnósticos possibilitou que mais indivíduos com sofrimento psíquico fossem reconhecidos e acolhidos pelos serviços de saúde, promovendo maior inclusão e visibilidade.

Aspectos negativos:

- **Dificuldade na definição de marcadores específicos:** a ampla variabilidade fenotípica dificulta a delimitação de biomarcadores que definam o TEA de forma precisa;

- **Fragmentação terapêutica:** a multiplicidade de diagnósticos comórbidos leva a tratamentos paralelos e pouco integrados, comprometendo a eficácia da abordagem clínica;

- **Patologização de traços individuais:** comportamentos anteriormente compreendidos como parte da diversidade do desenvolvimento humano são hoje rotulados como sintomas clínicos, o que pode gerar estigmas e invalidar vivências familiares.

Esses aspectos reforçam a necessidade de uma abordagem diagnóstica mais refinada, que considere tanto as bases biológicas

quanto os fatores ambientais e contextuais envolvidos nas manifestações do TEA.

1.8 Ferramentas diagnósticas do autismo e seu impacto no mercado de saúde

O diagnóstico do autismo ainda é, fundamentalmente, clínico. Baseia-se na observação comportamental, na análise do histórico de desenvolvimento e nos relatos de familiares e cuidadores (Silva; Elias, 2020). Ferramentas como escalas, entrevistas estruturadas e questionários padronizados facilitaram e padronizaram esse processo – e, com isso, passaram a influenciar também o mercado da saúde.

O ADOS é um protocolo observacional estruturado em quatro módulos, definidos de acordo com a idade e o nível de linguagem do paciente. Seu uso requer treinamento especializado e é considerado um instrumento de alto custo (Moreira; Fink; Saud, 2023).

Já o ADI-R é uma entrevista semiestruturada com 93 itens, distribuídos em seis seções, aplicada em aproximadamente duas horas e meia. Sua administração também exige formação técnica e domínio dos conceitos que norteiam os Transtornos do Espectro Autista (Becker, 2009).

Apesar da utilidade desses instrumentos, o processo de adaptação e validação de ferramentas internacionais enfrenta barreiras linguísticas, culturais e metodológicas (Mattos *et al.*, 2006). Isso reforça a importância do desenvolvimento de instrumentos criados já dentro do contexto brasileiro, como uma alternativa viável e mais eficaz (Silva; Elias, 2020).

1.9 Tecnologia e Inteligência Artificial no diagnóstico precoce do autismo

A incorporação de tecnologias digitais no processo diagnóstico tem gerado soluções inovadoras. A startup CogniSigns, por exemplo, foi selecionada para o programa Brazil

Accelerate 2030, voltado às propostas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

A empresa desenvolveu um sistema que utiliza câmeras e algoritmos próprios para analisar, por meio de inteligência artificial, as reações comportamentais e emocionais de crianças. O software diferencia padrões neurotípicos e neuroatípicos, alertando os responsáveis sobre possíveis sinais de risco para TEA e indicando a necessidade de avaliação especializada.

Essa tecnologia representa um avanço na direção de diagnósticos mais precoces, acessíveis e assertivos — além de reduzir custos de longo prazo para famílias e sistemas de saúde.

2. Escala LABIRINTO: uma inovação diagnóstica adaptada ao contexto brasileiro

A Escala LABIRINTO representa uma inovação significativa no diagnóstico do Transtorno do Espectro Autista (TEA) no Brasil. Desenvolvida nacionalmente, a ferramenta foi projetada para oferecer uma avaliação precisa em crianças de 2 a 4 anos e 11 meses, contemplando a complexidade clínica do espectro autista em sua fase precoce.

Diferente de instrumentos internacionais como o ADOS-2 e o ADI-R, a LABIRINTO foi construída considerando especificidades culturais, linguísticas e sociais brasileiras. Isso possibilita uma maior adequação à realidade dos serviços de saúde e educação no país, ampliando o acesso a diagnósticos de qualidade e promovendo a democratização da assistência em saúde.

A escala está estruturada a partir dos critérios diagnósticos reconhecidos pelos principais manuais internacionais (DSM-5 e CID-11), e adota uma abordagem sistêmica, permitindo uma análise clínica ampla, que abrange tanto os sintomas nucleares do TEA quanto os sintomas associados, frequentemente negligenciados nos instrumentos convencionais.

2.1 Vantagens clínicas e operacionais da Escala LABIRINTO

Caracterização fenotípica detalhada: a escala permite mapear os sintomas com base em diferentes níveis de severidade, facilitando a personalização do plano terapêutico;

Diferenciação diagnóstica: favorece a distinção entre sintomas característicos do TEA e manifestações atribuídas a comorbidades como TDAH e TOC, reduzindo diagnósticos imprecisos;

Avaliação de sintomas associados: inclui indicadores clínicos como insônia, distúrbios respiratórios, comportamentos auto e heteroagressivos, fornecendo uma visão integral da criança;

Facilidade de aplicação e integração ao SUS: profissionais devidamente capacitados na rede pública e privada podem aplicar a escala com eficiência, viabilizando sua adoção em larga escala no território nacional.

2.2 Escala LABIRINTO: diagnóstico culturalmente sensível e personalizado

Ao incorporar elementos socioculturais do contexto brasileiro, a Escala LABIRINTO se destaca como uma ferramenta diagnóstica que respeita a diversidade da população. Essa compatibilidade cultural permite diagnósticos mais precisos e contextualizados, promovendo maior equidade na atenção à saúde mental infantil. Trata-se, portanto, de uma tecnologia com alto potencial de disrupção diagnóstica, especialmente ao considerar a escassez de instrumentos validados localmente com este grau de sensibilidade clínica.

2.3 Discussão: a importância da Escala LABIRINTO na clínica contemporânea do autismo

A incorporação da Escala LABIRINTO no campo diagnóstico do autismo representa um avanço estratégico, especialmente no que se refere à intervenção precoce. Ao reconhecer a

heterogeneidade do espectro e incorporar a avaliação de sintomas associados, a LABIRINTO supre lacunas deixadas por abordagens mais tradicionais. Além disso, favorece a construção de planos terapêuticos individualizados e fundamentados em dados clínicos mais completos — o que é fundamental para melhorar o prognóstico a longo prazo.

2.4 Desafios e perspectivas futuras na pesquisa e clínica do autismo

Para aprimorar ainda mais a abordagem clínica do TEA, é necessário estudar os subtipos fenotípicos de forma segmentada, considerando variáveis como hiperatividade, desregulação emocional, deficiência intelectual, entre outros. Essa estratégia pode favorecer a identificação de padrões clínicos específicos, promover tratamentos mais direcionados e, eventualmente, possibilitar a descoberta de marcadores biológicos de risco.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS: AVANÇOS E PRÓXIMOS PASSOS PARA O DIAGNÓSTICO PRECISO DO TEA NO BRASIL

A evolução do conceito de autismo impõe a necessidade de ferramentas diagnósticas mais robustas, culturalmente sensíveis e adaptáveis. A Escala LABIRINTO oferece uma resposta concreta a essa demanda, sendo uma ferramenta promissora tanto do ponto de vista clínico quanto tecnológico. Sua capacidade de diferenciar sintomas centrais e comórbidos, aliada à caracterização fenotípica detalhada, posiciona-a como uma alternativa altamente eficaz para o diagnóstico precoce do TEA no Brasil.

Estudos futuros devem se concentrar na validação multicêntrica da escala, ampliando sua aplicação a diferentes regiões e contextos clínicos do país. Além disso, o desenvolvimento de uma versão específica para crianças com menos de três anos —

como o grupo de pesquisa já propõe — será um passo fundamental para o avanço da medicina personalizada em saúde mental infantil.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders**. 5. ed. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing, 2013.

ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE PSIQUIATRIA. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais**. 1. ed. Washington, DC: APA, 1952.

ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE PSIQUIATRIA. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais**. 2. ed. Washington, DC: APA, 1968.

ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE PSIQUIATRIA. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais**. 3. ed. Washington, DC: APA, 1980.

ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE PSIQUIATRIA. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais**. 4. ed. Washington, DC: APA, 1994.

ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE PSIQUIATRIA. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais**. 5. ed. Washington, DC: APA, 2013.

Asperger H. (1944). Die Autistische Psychopathen im Kindesalter. *Arco. Psíquico. Nervenkrankh.* 117 76–136. 10.1007/BF01837709.

BECKER, M. M. **Tradução e validação da entrevista Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R) para diagnóstico de autismo no Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas: Pediatria) — Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16449/000697412.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jun. 2025.

BLEULER, E. **Dementia Praecox oder Gruppe der Schizophrenien**. Leipzig: Deuticke, 1911.

FERNANDES, C. S., TOMAZELLI, J., GIRIANELLI, V. R. Diagnóstico de autismo no século XXI: evolução dos domínios nas categorizações nosológicas. **Psicologia Usp**, 31, p. e200027. GRIESINGER, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-6564e200027>. Disponível em: <https://revistas.usp.br/psicousp/article/view/202487>. Acesso em: 10 jun. 2025.

KANNER, L. Autistic Disturbances of Affective Contact. **Nervous Child**, v. 2, p. 217-250, 1943. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://autismtruths.org/pdf/Autistic%20Disturbances%20of%20Affective%20Contact%20-%20Leo%20Kanner.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.

KLIN, A. Autismo e síndrome de Asperger: uma visão geral. **Brazilian Journal of Psychiatry**, 28, s3-s11, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-44462006000500002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbp/a/jMZNbhCsndB9Sf5ph5KBYGD>. Acesso em: 10 jun. 2025.

LEFORT-BESNARD, J. Patterns of autism symptoms: Hidden structure in the ADOS and ADI-R instruments. **Translational Psychiatry**, 10(1), 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41398-020-00946-8>. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7393151/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

Mattos, P., Segenreich, D., Saboya, E., Louzã, M., Dias, G., & Romano, M. (2006). Adaptação transcultural para o português da escala Adult Self-Report Scale para avaliação do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) em adultos. *Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)*, 33, 188-194.

MOREIRA, A. G.; FINK, B. K.; SAUD, G. H. Diagnóstico do Transtorno do Espectro Autista em Mulheres: viés de gênero nos instrumentos de avaliação. **Revista Foco**, v. 16, n. 8, p. e2733-e2733, 2023. DOI: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n8-005>. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/2733>. Acesso em: 10 jun. 2025.

Pondé, M. P., Wanderley, D. D. B., Menezes, L. D. D., Gomes, F. L., & Siquara, G. M. (2021). A validation study of the LABIRINTO scale for the evaluation of autism spectrum disorder in children aged 2 to 4 years. *Trends in psychiatry and psychotherapy*, 43, 320-328. DOI: <https://doi.org/10.47626/2237-6089-2020-0141> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/trends/a/Jvn9qBNdmXtXX4G8gBqQVDk/abstract/?lang=en> . Acesso em: 10 jun. 2025.

SILVA, C. C.;ELIAS, L. C. D. S. Instrumentos de Avaliação no Transtorno do Espectro Autista: uma revisão sistemática. **Avaliação Psicológica**, Itatiba, v. 19, n. 2, p. 189-197, abr./jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.15689/ap.2020.1902.09>. Disponível em: https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04712020000200010. Acesso em: 10 jun. 2025.

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: UMA FERRAMENTA PARA IMPULSIONAR A INOVAÇÃO EM SAÚDE NAS UNIVERSIDADE BAIANAS

JUIZ, Paulo José Lima¹; PIRES, Edilson Araújo²; SILVA, Karoline
Greice Viana Cardoso da³; LIMA, Lucas Araújo⁴

¹ Doutorado em Biotecnologia, Universidade Estadual de Feira de
Santana (UEFS). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

² Doutorado em Ciência da Propriedade Intelectual, Universidade
Federal de Sergipe (UFS). Universidade Estadual do Ceará
(UECE)

³ Doutorado em Biotecnologia, Universidade Estadual de Feira de
Santana (UEFS). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

⁴ Bacharel em Biomedicina, Faculdade Nobre (FAN). ACLINICA

E-mail: limajuiz@ufrb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A inovação se refere ao desenvolvimento de novos produtos, processos ou melhorias substanciais em tecnologias já existentes, com o objetivo de gerar valor e impacto na sociedade, independentemente de sua comercialização (OCDE, 2005). No setor da saúde, a inovação desempenha um papel essencial na criação de novas tecnologias voltadas para a otimização de diagnósticos, tratamentos e na melhoria da eficiência dos serviços assistenciais. Entretanto, o Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento (IBID) posiciona o estado da Bahia na 15ª colocação entre as unidades federativas do país mais inovadoras, com um valor de IBID de 0,179, abaixo da média nacional (IBID, 2024).

Esse desempenho está aquém das expectativas, especialmente considerando as potencialidades do estado, o qual se destaca pela sua singularidade, especialmente quando se considera a biodiversidade do Brasil. Entre os estados da federação, a Bahia é o único a abranger três biomas continentais distintos: Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, além de contar com ecossistemas Costeiro e Marinho (Santos, 2022). Essa diversidade ecológica coloca o estado em uma posição privilegiada, com grande potencial para impulsionar sua bioeconomia, especialmente nos setores relacionados à biotecnologia sustentável, tanto para o mercado nacional quanto o global.

Diante desse cenário promissor, surge um questionamento relevante: por que o Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento (IBID) do estado da Bahia não apresentou desempenho expressivo?

Para responder a essa questão, torna-se essencial avaliar o cenário científico e tecnológico no estado e, nesse contexto, os estudos prospectivos desempenham papel fundamental.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Estudos prospectivos como ferramenta para inovação

Os estudos prospectivos desempenham papel essencial na construção de estratégias inovadoras. Eles permitem: 1) Monitorar o desenvolvimento científico e tecnológico; 2) Identificar oportunidades e necessidades para pesquisas futuras, estabelecendo prioridades; 3) Construir futuros, antecipando e entendendo o percurso das mudanças tecnológicas; 4) Prospectar os impactos das pesquisas atuais e da política de ciência e tecnologia; 5) Subsidiar o processo de tomada de decisão em Ciência e tecnologia; além de 6) Promover a circulação de informação e de conhecimento estratégico para inovação (PROFNIT, 2018).

Além disso, os estudos prospectivos são fundamentais para a formulação de políticas públicas voltadas à inovação. O Marco

Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Brasil, 2016), Lei 13.243, de 11 de janeiro de 2016, regulamentado pelo Decreto 9283/2018, informa, em seu artigo 15-A, que o ICT (Instituto de Ciência e Tecnologia) de direito público deverá instituir sua política de inovação, dispondo sobre a organização e a gestão dos processos que orientam a transferência de tecnologia e a geração de inovação no ambiente produtivo, em consonância com as prioridades da política nacional de ciência, tecnologia e inovação e com a política industrial e tecnológica nacional.

Dessa forma, entende-se que, além dos tradicionais pilares do ensino, pesquisa e extensão, o pilar inovação deve ser construído nas Instituições de Ensino Superior (IES). Nesse contexto, ferramentas de apoio à tomada de decisão, como a prospecção tecnológica, tornam-se essenciais, pois permitem às universidades identificarem áreas promissoras para a investigação científica. Isso possibilita o direcionamento dos pesquisadores para temas de maior relevância e aplicabilidade social, além de favorecer uma adaptação mais ágil diante de cenários incertos, como foi o caso recente da pandemia da covid-19, e de outros desafios emergentes, como o avanço de novas tecnologias, as mudanças climáticas e as transformações sociopolíticas, que podem influenciar significativamente os rumos da pesquisa e da inovação.

A prospecção é realizada não somente pelo levantamento patentário, mas também por uma revisão de literatura de artigos científicos ou quaisquer informações de qualidade que possam subsidiar a tomada de decisão, para compreender como uma tecnologia se posiciona em relação às demais, aos seus concorrentes e ao mercado (PROFNIT, 2018).

2.2 A produção científica nas universidades baianas

A metodologia utilizada para a identificação e análise das publicações científicas das instituições públicas baianas seguiu uma abordagem sistemática na base de dados *Web of Science*. Inicialmente, a busca foi restrita às categorias do setor de saúde,

selecionando as áreas *Health Policy & Services, Health Care Sciences & Services, Primary Health Care* e *Public, Environmental & Occupational Health*. Em seguida, a pesquisa foi filtrada para incluir apenas as publicações das instituições públicas de ensino superior da Bahia, abrangendo universidades estaduais e federais, bem como os institutos federais do estado. Além disso, foram selecionados apenas artigos e artigos de revisão, resultando em um total de 2.070 registros. Para identificar os estudos com relação direta à inovação em saúde, foi aplicada uma filtragem adicional, utilizando palavras-chave relacionadas à inovação e tecnologia, como *Novelty, News, Newness, Technology, Innovation, Patent, Invention* e *Intellectual*, reduzindo o conjunto final para 113 publicações.

A análise dos dados mostra que 85% das publicações gerais (1.768 de 2.070 artigos) e 77% dos artigos sobre inovação em saúde (87 de 113 artigos) foram produzidos pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), demonstrando sua posição como a principal referência acadêmica no setor.

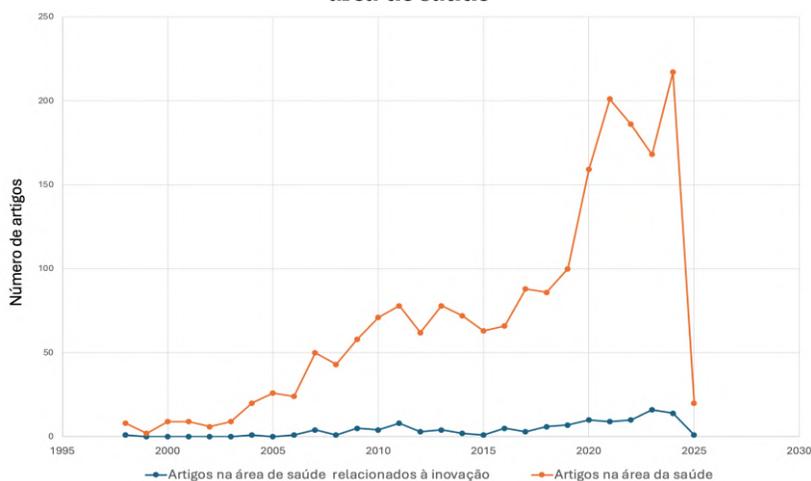
As demais instituições apresentam contribuições com variações significativas entre o número total de publicações e aquelas especificamente relacionadas à inovação. A Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e a Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), por exemplo, apresentam volumes totais de publicações semelhantes, 180 e 177 artigos, respectivamente, e igual participação relativa na temática da inovação, com 10 artigos cada, o que corresponde a aproximadamente 8,8% do total de produções voltadas à inovação. Em contrapartida, a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) contabiliza 114 publicações no total, das quais apenas 4 abordam inovação (3,5%), o que pode sugerir menor ênfase em pesquisas de caráter aplicado ou tecnológico. Por outro lado, o Instituto Federal da Bahia (IFBA), mesmo com uma produção total menor, 34 artigos, apresenta 6 publicações voltadas à inovação (5,3%). Um dado que merece destaque é a ausência de produções relacionadas à inovação em saúde na Universidade

Federal do Oeste da Bahia (UFOB), embora esta apresente 36 publicações no conjunto geral analisado.

É esperado que universidades com cursos de graduação e pós-graduação na área da saúde publiquem mais sobre o tema; porém, com base na estratégia de busca, mesmo aquelas com esse perfil não apresentaram um quantitativo expressivo de artigos voltados para inovação.

Embora o número total de publicações na área da saúde tenha aumentado de 9 artigos em 2001 para 217 em 2024, a produção científica voltada à inovação manteve-se em patamares baixos, apresentando oscilações anuais e ausência de uma tendência clara de crescimento linear (figura 1). Mesmo nos anos de maior produtividade científica geral, como 2021 e 2024, o número de publicações com foco em inovação permaneceu abaixo de 20, o que sugere que a produção científica focada em inovação ainda é restrita.

Figura 1 — Evolução anual das publicações científicas IES baianas na área de saúde



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em uma análise das palavras-chave mais frequentes nos artigos relacionados à inovação em saúde, destacam-se: *technology*,

innovation, digital health, telemedicine e artificial intelligence, pandemic, covid, infodemic e mental health, HIV, stroke, tuberculose, diabetes mellitus e hipertensão. Essa avaliação é interessante para entender em que áreas da saúde as pesquisas científicas estão sendo direcionadas.

No entanto, a baixa recorrência de termos relacionados à propriedade intelectual, como *intellectual property* e *patent*, sugerem que a proteção de ativos tecnológicos e a geração de patentes podem não ser um foco prioritário das pesquisas.

O levantamento da produção científica nas IES da Bahia é essencial para a compreensão do que vem sendo estudado, permitindo que os pesquisadores direcionem melhor os recursos para os projetos de pesquisa, respondendo às lacunas levantadas no estado da arte, razão pela qual a prospecção é uma ferramenta importante.

2.3 A produção tecnológica nas universidades baianas

Para o deferimento de uma patente, são exigidos requisitos como o caráter inovador, a atividade inventiva e a aplicação industrial da criação. Nesse contexto, o levantamento patentário torna-se uma etapa estratégica no processo de inovação, pois permite mapear tecnologias já existentes, evitando duplicações e esforços redundantes, ou seja, ajuda a “não reinventar a roda”. Em um mundo globalizado, altamente competitivo e em constante evolução, o levantamento patentário é imprescindível para impulsionar a inovação.

Para subsidiar as discussões trazidas neste capítulo, foi feito um levantamento do número de patentes depositadas em todas as áreas do conhecimento e o número de patentes depositadas na área da saúde na Universidade Federal da Bahia, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, na Universidade Federal do Oeste da Bahia, na Universidade Federal do Sul da Bahia, no Instituto Federal da Bahia, no Instituto Federal Baiano, na Universidade Estadual da Bahia, na Universidade Estadual de Feira de Santana,

na Universidade Estadual de Santa Cruz e na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Os dados foram obtidos a partir do banco de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), por meio da inserção do nome da universidade no campo “Nome do Depositante/Titular” e do respectivo CNPJ no campo “CNPJ do Depositante”, com coleta realizada durante o mês de fevereiro de 2025. Ressalta-se que os pedidos de patente sob sigilo não puderam ser considerados na análise.

Com base no levantamento realizado, a UFBA possui 298 patentes depositadas no INPI, das quais 43 estão relacionadas à área da saúde. A UFRB apresenta 83 depósitos, sendo 23 voltados à saúde. A UFSB conta com 8 patentes, das quais 3 são na área da saúde. Já a UFOB possui 12 patentes depositadas, porém nenhuma relacionada à saúde. Entre os institutos federais, o IFBA possui 64 patentes no INPI, sendo 11 na área da saúde, enquanto o IF Baiano registra 32 depósitos, dos quais 3 estão vinculados à saúde. Quanto às universidades estaduais, a UEFS tem 22 patentes depositadas, com 5 voltadas à saúde. A UNEB apresenta 23 depósitos, também com 5 relacionados à saúde. A UESC conta com 67 patentes, das quais 8 estão associadas à área da saúde, e a UESB possui 34 patentes, sendo 5 relacionadas à saúde.

De maneira geral, os depósitos de patentes se concentraram na área de alimentos funcionais, formulações com atividade antimicrobiana e anti-inflamatória, preparação cosmética, dispositivos para uso médico e odontológico. O uso da biodiversidade do estado da Bahia vem sendo explorado para o desenvolvimento tecnológico.

Dentre as invenções encontradas, pode-se citar a formulação de um bombom funcional prebiótico, rico em licopeno. Os inventores descrevem que o licopeno tem atividade anticancerígena (licopeno), que associado a um composto antioxidante (alfarroba) e fibra prebiótica (inulina e amido resistente) resulta em um produto, que, além de nutritivo, é capaz de auxiliar na prevenção e no tratamento da constipação em adultos e crianças, regulando o trânsito intestinal (Santos *et al.*, 2015).

Outra invenção apresenta composições farmacêuticas para uso tópico, contendo própolis verde para terapia fotodinâmica antimicrobiana, com a finalidade de combater infecções de pele e outros tecidos. A composição farmacêutica foi construída como sistemas microemulsionados e apresentou atividade antimicrobiana contra cepas resistentes a antibióticos, a exemplo *Staphylococcus aureus* (Ribeiro *et al.*, 2023).

A produção de proteínas recombinantes com diversas finalidades foi descrita nas patentes, sendo uma destinada ao uso profilático e terapêutico de doenças alérgicas causadas pelo ácaro da poeira doméstica *Dermatophagoides pteronyssinus* (Lisboa *et al.*, 2020).

Percebe-se que as invenções citadas fornecem informações sobre o estado da arte. Acessar os referidos documentos de patentes permite que o pesquisador monitore o desenvolvimento tecnológico sobre os temas descritos, ou até mesmo consiga acessar metodologias inovadoras que solucionem problemas técnicos associados aos métodos desenvolvidos em suas pesquisas, identificando oportunidades, por exemplo, parcerias em pesquisa, já que as patentes fornecem dados sobre o titular e os inventores do produto.

Além disso, as informações extraídas poderão auxiliar os pesquisadores sobre quais direcionamentos devem ser dados para suas pesquisas atuais, tomando decisões estratégicas sobre a aplicação de recursos financeiros, o que reforça a importância da prospecção como ferramenta fundamental para a inovação.

A inovação desempenha papel fundamental no progresso econômico e na competitividade das nações, independentemente de seu nível de renda. Em reconhecimento a essa importância, o estímulo à inovação foi incorporado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável número 9 sobre Indústria, Inovação e Infraestrutura (Araújo, 2019). Além disso, o conceito de inovação tem sido ampliado, não se restringindo mais às atividades de P&D ou à produção acadêmica, mas sendo compreendido de forma mais abrangente, especialmente relacionando o impacto social do conhecimento gerado nas universidades.

Ao comparar o número de publicações científicas com os depósitos de patentes, observa-se que as universidades públicas da Bahia produzem, anualmente, um volume significativo de conhecimento. No entanto, a transformação desse conhecimento em inovação tecnológica ainda representa um desafio. Isso evidencia a necessidade de estratégias mais eficazes para a transferência de tecnologia e a valorização da pesquisa aplicada, fatores que podem explicar a 15ª posição da Bahia no ranking geral do Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento, entre as unidades federativas do país (IBID, 2024).

2.4 Ações relacionadas à inovação em saúde na Bahia

A despeito do número reduzido de patentes, comparado ao número de publicações científicas, a Secretaria da Saúde do Estado da Bahia tem se destacado nacionalmente por inovações relacionadas ao gerenciamento de serviços de saúde, particularmente em função dos investimentos na ordem de R\$ 114 milhões na saúde digital. Um destaque é a Rede Estadual de Dados em Saúde da Bahia, plataforma para integração e qualificação de dados de saúde em nível estadual, permitindo a troca de informações entre todos os pontos da Rede de Atenção à Saúde, facilitando a transição e a continuidade do cuidado (ASCOM, 2024).

Outra ação de destaque no estado é a criação do Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Medicamentos (CPDIM), que será instalado no Parque Tecnológico da Bahia. O CPDIM conta com R\$ 11,3 milhões de financiamento para o desenvolvimento de novos medicamentos, além de um espaço multiusuário para pesquisadores de diversas instituições, como Fiocruz, UFBA, UNEB, UEFS e UFRB, para pesquisas de moléculas terapêuticas da flora baiana, como o óleo de licuri, conhecido por suas propriedades cicatrizantes. Além de plantas como mulungu, aroeira, maracujá do mato e moringa, projetos para o desenvolvimento de uma formulação pediátrica de hidroxíureia,

em parceria com a Faculdade de Farmácia da UFBA para o tratamento precoce da doença falciforme e o desenvolvimento de formulações probióticas para saúde humana, também em parceria com a UFBA e a UFRB (Fahel, 2024).

O Polo de Inovação do IFBA, localizado no Parque Tecnológico da Bahia, desenvolveu um equipamento para simular a atividade elétrica do coração, cujo objetivo é o treinamento e a formação de profissionais da área de saúde (IFBA, 2020).

Já IF Baiano se destaca pela parceria com a startup Cicatribio Cosméticos e Biofármaco, no desenvolvimento de um gel regenerador que utiliza extrato natural do látex de mangaba para tratar e regenerar as lesões cutâneas em animais (IF's, 2024).

As ações descritas são iniciativas para consolidar a inovação em saúde no estado da Bahia. No entanto, considerando o número de publicações científicas e patentes depositadas e apresentadas neste capítulo, existe um descompasso entre o conhecimento gerado e a efetiva transferência para o setor produtivo, sendo necessárias estratégias mais robustas de conexão entre a academia, o mercado e os Núcleos de Inovação Tecnológica reunidos de forma proativa junto aos arranjos produtivos locais.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apresentados neste capítulo mostram que a Bahia tem pesquisadores qualificados, com excelente produção científica. Porém, o número de patentes depositadas pelas universidades ainda é insuficiente, o que, dentre outros itens, pode ter contribuído para classificar o estado na 15ª colocação entre as unidades federativas mais inovadoras do país. Visando melhorar os índices de inovação do estado, foi criado em 2024, pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado da Bahia (SECTI), o Programa Bahia + Inovadora.

Segundo o Programa Bahia + Inovadora, o estado apresentou avanços no ranking de competitividade, embora ainda exista um amplo espaço para melhorias. De acordo com a SECTI, dois fatores

que têm dificultado uma melhor colocação são a desarticulação do ecossistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) e as dificuldades enfrentadas pelos atores locais para acessar os recursos disponíveis.

Dados do Plano Plurianual (PPA) 2024-2027 indicam que estão previstos investimentos de R\$ 1.037.616.000,00 (um bilhão, trinta e sete milhões, seiscentos e dezesseis mil reais) na área de inovação no estado. Além desses recursos, conforme informações disponíveis no site da SECTI (<https://www.ba.gov.br/secti/135/bahia-inovadora>), a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação está implantando um escritório de projetos voltado à captação de financiamentos em níveis nacional e internacional, com foco nas principais pautas estratégicas do Governo da Bahia. Portanto, o uso da prospecção tecnológica pode desempenhar papel fundamental no monitoramento do que vem sendo produzido no estado, contribuindo para a aplicação mais eficiente e direcionada desses investimentos em atendimento às demandas sociais.

Cabe ressaltar que a parceria público-privada é importante quando se pensa em desenvolver uma universidade inovadora e que os royalties gerados da transferência de tecnologia para empresas podem representar um retorno financeiro para IES investir em novos projetos ou fortalecer os existentes.

Foram identificadas ações relevantes na área de inovação em saúde, mostrando que o estado da Bahia tem grande potencial, especialmente com a criação do CPDIM e de todos os investimentos realizados para inovação. Portanto, fortalecer as parcerias com as universidades, explorando o conhecimento gerado nessas instituições, é o grande desafio posto para a consolidação da inovação em saúde na Bahia.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. A Inovação nos ODS: A inovação como fator histórico de progresso. **Cadernos da Escola Paulista de Contas Públicas**, v.

1, n. 3, p. 39-51, jan. 2019. ISSN 2595-2412. Disponível em: <https://www.tce.sp.gov.br/epcp/cadernos/index.php/CM/article/view/54>. Acesso em: 18 abr. 2025.

ASCOM. **Bahia é premiada como destaque em tecnologia na saúde pública.** Casa Civil, Salvador, 23 set. 2024. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/casacivil/noticias/2024-09/2337/bahia-e-premiada-como-destaque-em-tecnologia-na-saude-publica>. Acesso em: 18 abr. 2025.

BRASIL. Lei no 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. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm. Acesso em: 9 jun. 2025.

FAHEL, M. Bahiafarma avança na inovação farmacêutica com parcerias e criação de centro de pesquisa. SECTI – Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação. **Notícias**, Salvador, 17 set. 2024. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/secti/noticias/2024-09/2601/bahiafarma-avanca-na-inovacao-farmaceutica-com-parcerias-e-criacao-de-centro>. Acesso em: 18 abr. 2025.

IBID – Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Presidência. Diretoria Executiva. Assessoria de Assuntos Econômicos (AECON). Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento: IBID: 2024. 1. ed. Rodrigo Ventura [et al.]. Rio de Janeiro: INPI, 2024. Disponível em: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gov.br/inpi/pt-br/inpi-data/indice-brasil-de-inovacao-e-desenvolvimemto-ibid/IBID_2024_PT.BRfinal.pdf. Acesso em: 19 fev. 2025.

. IFs promovem ciência, tecnologia e inovação aplicadas. Ministério da Educação, **Notícias**, Educação Profissional e Tecnológica. Brasília, 27 dez. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2024/dezembro/ifs-promovem-ciencia-tecnologia-e-inovacao-aplicadas?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 18 abr. 2025.

LISBOA, A. B. P. *et al.* **Processo de construção e produção de proteínas recombinantes hipoalergênicas para uso profilático e terapêutico de doenças alérgicas causadas pelo ácaro da poeira doméstica *Dermatophagoides pteronyssinus***. Universidade Federal da Bahia. BR102020024449, Depósito: 30 nov. 2020. Concessão: 14 jun. 2022.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Oslo: Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3. ed. Paris: OCDE, 2005.

PROFNIT. Série Prospecção Tecnológica. Organizadora Núbia Moura Ribeiro. Salvador: EDUFBA, 2018, v. 1, 194 p.

RIBEIRO, I. S. *et al.* **Composições farmacêuticas contendo própolis verde como composto fotossensibilizador para terapia fotodinâmica antimicrobiana**. Universidade Federal da Bahia. BR 102023009019-2 A2, Depósito: 11 mai. 2023. Concessão: 19 nov. 2024.

SANTOS, A. C.. *et al.* Biodiversidade da Bahia. **Academia de Ciências da Bahia**. [S. n.]. 2022. Disponível em: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://cienciasbahia.org.br/webinarios/wp-content/uploads/2022/05/acb_GT_biodiversidade.pdf. Acesso em: 21 FEV. 2025.

SANTOS, F. L. *et al.* Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. BR10201501239802, Depósito: 03 jun. 2015.

SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DA BAHIA - SESAB. **Superintendência de Assistência Farmacêutica, Ciência e Tecnologia – Saftec**. Salvador, 2025. Disponível em: <https://www.saude.ba.gov.br/estrutura-e-organograma/superintendencia-de-assistencia-farmacutica-ciencia-e-tecnologia-saftec/>. Acesso em: 24 fev. 2025.

SOUZA, B. Polo de inovação do IFBA completa quatro anos; projeto da área de saúde representou o Brasil internacionalmente e está a caminho da patente. IFBA — Instituto Federal da Bahia, **Notícias**, Salvador, 30 set. 2020. Disponível em: <https://portal.ifba.edu.br/noticias/2020/polo-de-inovacao-do-ifba-completa-quatro-anos-projeto-da-area-de-saude-representou-o-brasil-internacionalmente-e-esta-em-vias-de-obter-patente>. Acesso em: 18 abr. 2025.

QUEDAPREV: ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO PARA QUEDAS EM IDOSOS

DONATO, Kenzo Ogasawara¹; NISHIZIMA, André¹; FILHO, Luciano Falcão Carneiro¹; CASTRO, Iza Cristina Salles de²

¹ Estudante de Medicina, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

² Pós-Doutorado em Medicina e Saúde Humana, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

E-mail: kenzodonato21.1@bahiana.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O aumento na proporção de idosos na população leva a um crescimento no número de quedas. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), indivíduos com 60 anos ou mais são considerados idosos. Previsões da OMS indicam que até 2050 o mundo contará com 2 bilhões de pessoas idosas, o que corresponderá a 22% da população global, sendo que 80% delas residirão em países em desenvolvimento, incluindo o Brasil (Kalache; Gatti, 2003). Aproximadamente 30% das pessoas com mais de 65 anos que vivem na comunidade sofrem quedas anualmente, e essa taxa é ainda maior em instituições (Andrade, 2018). Ainda, as quedas estão associadas à alta taxa de mortalidade e morbidade, além de serem uma das principais causas de admissões prematuras em lares de idosos (Baker *et al.*, 1985). Além disso, as quedas representam a principal razão de mortes ligadas a ferimentos entre pessoas mais velhas e a sexta maior causa de óbito em indivíduos com mais de 75 anos (Boulares *et al.*, 2023). As quedas são responsáveis por causar danos físicos, reduzir a

capacidade de realizar atividades e instigar o medo de cair novamente (Brown; Feiler; Simonsick, 2023).

Assim, diante do cenário apresentado, o objetivo do presente estudo foi desenvolver a calculadora Quedaprev: estratificação de risco para quedas em idosos, considerando os principais fatores preditores. Esse escore proposto visa fornecer uma ferramenta eficaz para identificar os idosos mais suscetíveis a quedas, permitindo a intervenção precoce e direcionada para prevenir esses eventos adversos. Além disso, a implementação desse parâmetro beneficiaria não apenas os próprios idosos, mas também seus cuidadores, profissionais de saúde e custos para o sistema de saúde, proporcionando um meio eficaz de reconhecer e gerenciar o risco de queda, contribuindo assim para uma melhoria significativa na qualidade de vida dessa população.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Métodos

Para o presente estudo, foi realizada uma revisão bibliográfica no PubMed sobre os fatores de risco para quedas em idosos acima de 60 anos, no qual foram encontrados 1.850 artigos para compor a seleção.

Através dessa análise bibliográfica, buscou-se fomentar a criação do *Quedaprev*: Estratificação de Risco para Quedas em Idosos. Os artigos que respondiam à pergunta de pesquisa foram analisados para que os fatores de risco mais frequentes, e com maior tamanho de efeito, fossem incluídos. Antes da busca, foi estipulado que 10 fatores de risco seriam selecionados para compor as perguntas Sim/Não do Quedaprev. Foi utilizado o programa de Software do Excel para a criação do Quedaprev. Após essa etapa, a nova ferramenta criada está sendo disponibilizada em um site para que a ferramenta seja de fácil acesso e manuseio pela população.

2.1.1 Fatores biológicos e demográficos

(Pergunta 1: Idade) A idade avançada é um fator significativo no aumento do risco de quedas entre os idosos. Estudos indicam que, à medida que a idade avança, especialmente após os 85 anos, o risco de quedas e lesões relacionadas a quedas aumenta consideravelmente. Isso se deve, em grande parte, ao declínio do estado geral de saúde que acompanha o envelhecimento (Dolan *et al.*, 2024). A deterioração da saúde física e mental é um fator crítico que contribui para o aumento do risco de quedas em idosos. Pergunta na calculadora *Quedaprev*: qual sua idade?

(Pergunta 2: Sexo) Estudos indicam que as mulheres idosas têm maior probabilidade de quedas em comparação com os homens. Isso pode ser atribuído a fatores como a maior prevalência de osteoporose e fragilidade entre as mulheres, que aumentam o risco de quedas e fraturas (Gale; Cooper; Aihie Sayer, 2016; Gillespie *et al.*, 2003). Pergunta na calculadora *Quedaprev*: qual o seu sexo?

2.2.2 Fatores relacionados ao equilíbrio e à mobilidade

(Pergunta 3: Histórico de quedas) O histórico de quedas é um preditor robusto de quedas futuras. Em uma meta-análise, foi observado que o histórico de quedas tem forte associação com o risco de quedas, com *odds ratios* (OR) de 2.8 para todos os que caem e 3.5 para aqueles que caem recorrentemente (Deandrea *et al.*, 2010). Pergunta na calculadora *Quedaprev*: tem histórico de quedas?

(Pergunta 7: Problemas de equilíbrio) A percepção subjetiva do equilíbrio, ou a confiança que os idosos têm em sua capacidade de manter o equilíbrio, pode ser um preditor mais forte de quedas do que o desempenho real em testes de equilíbrio. Um estudo revelou que idosos que relataram problemas de equilíbrio tinham mais chances de ter caído no último mês em comparação com aqueles que não relataram tais problemas (Dolan *et al.*, 2024). Outro estudo reforça essa ideia, mostrando que a percepção de problemas

de equilíbrio está fortemente associada ao risco de quedas, sugerindo que focar na percepção de equilíbrio pode melhorar o engajamento dos idosos na prevenção de queda. Testes objetivos de equilíbrio, como o teste de olhos fechados/pés juntos, também são indicadores importantes do risco de quedas. Indivíduos que falharam nesse teste apresentaram uma probabilidade significativamente maior de quedas futuras. Além disso, a força muscular, a mobilidade das articulações do quadril e o equilíbrio dinâmico estão associados positivamente à capacidade de equilíbrio e à prevenção de quedas (Landers *et al.*, 2016). Pergunta na calculadora *Quedaprev*: tem problemas de equilíbrio?

2.2.3 Fatores funcionais

(Pergunta 5: Auxílio para caminhar) Com o avanço da idade, muitos idosos enfrentam dificuldades de mobilidade devido à diminuição da força muscular e ao declínio das funções motoras (Martinez-Lopez, 2014). Para mitigar esses desafios, os auxílios para caminhar, como andadores e bengalas, são amplamente utilizados para proporcionar suporte e estabilidade, ajudando a prevenir quedas e a promover a independência (Mukafi; Dzulfikri, 2023). No entanto, o uso de auxílios para caminhar não está isento de riscos. Estudos indicam que, paradoxalmente, o uso inadequado desses dispositivos pode aumentar o risco de quedas, especialmente quando as orientações clínicas não são seguidas corretamente (Thies *et al.*, 2020). Pergunta na calculadora *Quedaprev*: precisa de auxílio para caminhar?

(Pergunta 6: Comprometimento de desempenho) O comprometimento de desempenho físico e cognitivo em idosos é um fator crítico que influencia significativamente o risco de quedas. Estudos indicam que a capacidade reduzida de adaptação da marcha, especialmente sob condições desafiadoras, é um motivo importante pelo qual os idosos apresentam um risco aumentado de quedas. A função executiva, a preocupação com quedas e a força do quadríceps são mediadores significativos nessa relação,

sugerindo que o treinamento nessas áreas pode maximizar a eficácia na prevenção de quedas (Salis; Mandas, 2023). Pergunta na calculadora *Quedaprev*: tem comprometimento de desempenho?

2.2.4 Fatores cognitivos e neuropsiquiátricos

(Pergunta 4: O medo de queda em idosos) A presença do medo de cair pode levar a restrições nas atividades diárias, isolamento social e declínio físico, exacerbando o processo de envelhecimento (Ku *et al.*, 2016). Diversos fatores de risco estão associados ao medo de quedas, incluindo gênero feminino, idade avançada, histórico de quedas, comorbidades, sintomas depressivos e desempenho físico reduzido. Além disso, o medo de cair não é apenas uma consequência de quedas anteriores, mas também pode ser um fator de risco para futuras quedas, criando um círculo vicioso que pode ser difícil de quebrar (Lavendán *et al.*, 2018). Pergunta na calculadora *Quedaprev*: tem medo de queda?

(Pergunta 8: Uso de sedativos) Os sedativos hipnóticos, especialmente os conhecidos como “Z-drugs” (zopiclona, eszopiclona, zolpidem e zaleplon), estão associados a um aumento no risco de quedas e fraturas (Weiner; Hanlon; Studenski, 1998). O uso de benzodiazepínicos também está fortemente associado a um risco aumentado de quedas. Estudos mostram que o uso contínuo de benzodiazepínicos pode aumentar o risco de quedas, especialmente em indivíduos com perda de sensibilidade postural. Além disso, tanto benzodiazepínicos de ação longa quanto de ação curta estão associados a um risco aumentado de quedas (Min *et al.*, 2016). Pergunta na calculadora *Quedaprev*: usa sedativos?

(Pergunta 9: Diagnóstico de Demência) A demência em idosos é uma condição de saúde mental que afeta uma proporção significativa da população idosa, com implicações importantes para a saúde pública e o cuidado de saúde. Estudos indicam que a prevalência de demência em idosos internados em hospitais pode variar significativamente, com taxas de até 25% em hospitais agudos na Irlanda, sendo mais comum em hospitais rurais e em

admissões médicas agudas (Timmons *et al.*, 2015). A demência é frequentemente subdiagnosticada, com apenas cerca de 35,6% dos casos sendo previamente identificados, o que destaca a necessidade de avaliações cognitivas sistemáticas em idosos hospitalizados (Kim *et al.*, 2021). Pergunta na calculadora *Quedaprev*: tem algum histórico de demência?

(Pergunta 10: Má qualidade do sono) A qualidade do sono, medida frequentemente pelo Índice de Qualidade do Sono, incluindo distúrbios do sono e disfunção diurna, estava associada a um risco aumentado de quedas (Takada *et al.*, 2017). Pergunta na calculadora *Quedaprev*: tem má qualidade do sono?

2.3 *Quedaprev*: estratificação de risco para quedas em idosos

A partir dos estudos, foi construída a calculadora *Quedaprev*: Estratificação de Risco para Quedas em Idosos, cujo aplicativo pode ser acessado através do site <https://scoredequedas.sis.com.br/calculadora.html>. Não há necessidade de identificação pelo usuário. Cada fator de risco identificado para o idoso e registrado na calculadora corresponde a um ponto, permitindo que o usuário contabilize o seu risco de queda.

Cada fator de risco tem como opção a resposta “sim” ou “não”, de maneira que cada resposta positiva contribui com 1 ponto na definição final do *Quedaprev*. As respostas negativas não pontuam. Tanto a idade maior ou igual a 60 anos quanto o sexo feminino contribuem com 1 ponto para o escore final.

3) Tem histórico de queda?

Caracterização: você vai considerar positivo, caso tenha apresentado nos últimos 12 meses algum episódio de queda não proposital.

4) Tem medo de cair?

Caracterização: você tem medo de cair?

5) Precisa de auxílio para caminhar?

Caracterização: você precisa de auxílio para caminhar, como andadores e bengalas?

6) Tem comprometimento do desempenho em realizar atividades diárias?

Caracterização: você tem dificuldade ou redução na capacidade de realizar atividades diárias básicas (como se vestir, tomar banho, alimentar-se) ou instrumentais (como cozinhar, fazer compras, gerenciar medicamentos) devido às limitações físicas, cognitivas ou emocionais?

7) Tem problemas de equilíbrio?

Caracterização: você apresenta queixas frequentes de desequilíbrio ao caminhar, ficar em pé ou realizar mudanças de posição, ou caso tenha sido identificado comprometimento do equilíbrio em avaliações clínicas?

8) Usa sedativos?

Caracterização: você faz uso regular ou ocasional de medicamentos que gerem sonolência?

9) Tem comprometimento de memória?

Caracterização: você tem apresentado episódios de esquecimento?

10) Tem má qualidade do sono?

Caracterização: você considera que tem sono de qualidade ruim? Está insatisfeito com o sono, pois acorda muito durante a noite? Tem dificuldade para iniciar ou manter o sono? Tem sonolência diurna excessiva? Você tem diagnóstico prévio de distúrbios do sono que impactam sua qualidade de vida?

Os riscos variam de leve (1 a 3), moderado (4 a 7) e acentuado (8 a 10), a depender da pontuação, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – *Quedaprev*: Estratificação de Risco para Quedas em Idosos

CALCULADORA DE ESCORE DE QUEDA [Ver termos de uso](#)

PERGUNTA	OPÇÕES	RESULTADO
1	Idade: <input type="text"/>	Estratificação do Risco leve (1 a 3) moderado (4 a 7) acentuado (8 a 10)
2	Sexo: <input type="radio"/> Feminino <input type="radio"/> Masculino	
3	Tem Histórico de quedas? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
4	Tem medo de queda? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
5	Precisa de auxílio para caminhar? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
6	Tem comprometimento de desempenho? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
7	Tem problemas de equilíbrio? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
8	Usa sedativos? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
9	Tem algum histórico de demência? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
10	Tem má qualidade do sono? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	

[Calcular Pontuação](#)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Quedaprev*: Estratificação de Risco para Quedas em Idosos é uma ferramenta de aplicação simples e rápida, desenvolvida para auxiliar na identificação precoce de indivíduos suscetíveis a quedas. Ao estratificar o risco individual, permite a adoção de medidas preventivas direcionadas, contribuindo para a redução da incidência de quedas — principal causa de morte por lesões não intencionais nessa faixa etária. Seu uso na prática clínica pode orientar profissionais de saúde, pacientes e cuidadores quanto a intervenções específicas, promovendo maior segurança e autonomia funcional ao idoso.

Além disso, o *Quedaprev* apresenta elevado potencial de transferência tecnológica para os setores público e privado. Sua simplicidade favorece a integração em sistemas de saúde digital, aplicativos móveis e plataformas de telessaúde, ampliando o alcance da ferramenta. Parcerias com empresas de tecnologia,

startups da área de saúde e instituições governamentais podem impulsionar o desenvolvimento de soluções inovadoras, como softwares de gestão populacional e sistemas de apoio à decisão clínica que incorporem o escore. Essa colaboração pode acelerar sua adoção em larga escala, otimizando o cuidado ao idoso e gerando valor econômico e social.

Na prática clínica, o Quedaprev pode ser incorporado em consultas médicas, avaliações geriátricas abrangentes ou triagens realizadas por equipes multiprofissionais, sobretudo na atenção primária e em serviços especializados no cuidado ao idoso. Sua aplicabilidade por diferentes categorias profissionais — como médicos, enfermeiros e fisioterapeutas — favorece o planejamento de condutas preventivas personalizadas e baseadas em risco.

No entanto, por se tratar de uma ferramenta recém-proposta, são necessárias etapas rigorosas de validação clínica e estatística. Estudos prospectivos devem ser conduzidos para avaliar sua sensibilidade, especificidade e acurácia preditiva em contextos diversos. Essa validação é fundamental para garantir a segurança e a eficácia do Quedaprev, bem como para obter a aprovação de órgãos regulatórios e a confiança dos profissionais de saúde e da sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

- KALACHE, A.; GATTI, A. Active ageing: a policy framework. *Uspekhi gerontologii [Advances in gerontology]*, v. 11, p. 7–18, 2003.
- ANDRADE, C. Sedative hypnotics and the risk of falls and fractures in the elderly. **The Journal of Clinical Psychiatry**, v. 79, n. 3, 27 jun. 2018. DOI: 10.4088/JCP.18f12340. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29873951/>. Acesso em: 22 abr. 2025.
- BAKER, S. P. *et al.* Fall injuries in the elderly. **Clinics in Geriatric Medicine**, v. 1, n. 3, p. 501–512, 1985. Disponível em: [https://www.geriatric.theclinics.com/article/S0749-0690\(18\)30920-0/abstract](https://www.geriatric.theclinics.com/article/S0749-0690(18)30920-0/abstract). Acesso em: 22 abr. 2025.

BOULARES, A. *et al.* Effects of a physical activity program that incorporates exercises targeting balance, strength, and proprioception on cognitive functions and physical performance in old adults with mild cognitive impairment. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 96, n. 1, p. 245–260, 21 set. 2023. DOI: 10.3233/JAD-230305. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37742641/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

BROWN, C.; FEILER, M. O.; SIMONSICK, E. Predicting falls in older adults. **Innovation in Aging**, v. 7, n. Supplement_1, p. 702–703, 1 dez. 2023. DOI: 10.1093/geroni/igad104.2280. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/376723526_PREDICTING_FALLS_IN_OLDER_ADULTS. Acesso em: 22 abr. 2025.

DEANDREA, S. *et al.* Risk factors for falls in community-dwelling older people. **Epidemiology**, v. 21, n. 5, p. 658–668, 2010. DOI: 10.1097/EDE.0b013e3181e89905. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20585256/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

DOLAN, H. *et al.* Perceived balance and self-reported falls: a retrospective cross-sectional study using the National Health and Aging Trend Study. **Journal of Clinical Nursing**, v. 33, n. 6, p. 2190–2200, 23 jan. 2024. DOI: 10.1111/jocn.16960. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38258499/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

GALE, C. R.; COOPER, C.; AIHIE SAYER, A. Prevalence and risk factors for falls in older men and women: the English longitudinal study of ageing. **Age and Ageing**, v. 45, n. 6, p. 789–794, 19 jul. 2016. DOI: 10.1093/ageing/afw129. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27496938/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

GILLESPIE, L. D. *et al.* Interventions for preventing falls in elderly people. **Physiotherapy**, v. 89, n. 12, p. 692–693, dez. 2003. DOI: 10.1002/14651858.CD000340.pub2. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14583918/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

MARTÍNEZ-LÓPEZ, E. E. J. *et al.* The association of flexibility, balance, and lumbar strength with balance ability: risk of falls in older adults. **J Sports Sci Med**, v. 13, n. 2, p. 349–357, maio 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24790489/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

KIM, J. H. *et al.* Depressive symptoms, subjective cognitive decline, and subjective sleep quality are associated with slips and falls: data from the Community Health Survey in Korean adults. **Gerontology**, v. 68, n. 5, p. 518–528, 27 dez. 2021. DOI: 10.1159/000518007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35580570/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

KU, Y. C. *et al.* Associated factors for falls, recurrent falls, and injurious falls in aged men living in Taiwan Veterans Homes. **International Journal of Gerontology**, v. 7, n. 2, p. 80–84, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijge.2012.07.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1873959812001007>. Acesso em: 22 abr. 2025.

LANDERS, M. R. *et al.* Balance confidence and fear of falling avoidance behavior are most predictive of falling in older adults: prospective analysis. **Physical Therapy**, v. 96, n. 4, p. 433–442, 1 abr. 2016. DOI: 10.2522/ptj.20150184. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26294679/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

LAVEDÁN, A. *et al.* Fear of falling in community-dwelling older adults: a cause of falls, a consequence, or both? **PLOS ONE**, v. 13, n. 3, p. e0194967, 29 mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194967>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0194967>. Acesso em: 22 abr. 2025.

MIN, Y. *et al.* The effect of sleep medication use and poor sleep quality on risk of falls in community-dwelling older adults in the US: a prospective cohort study. **Drugs & Aging**, v. 33, n. 2, p. 151–158, 30 jan. 2016. DOI: 10.1007/s40266-015-0339-9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26833349/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

MUKAFI, M.; DZULFIKRI, A. Design of walking and sitting aids for the elderly using the Kano method. **Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering**, v. 15, n. 1, p. 29, 5 ago. 2023. DOI: [g/10.22441/oe.2023.v15.i1.070](https://doi.org/10.22441/oe.2023.v15.i1.070). Disponível em: <https://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/oe/article/view/17658>. Acesso em: 22 abr. 2025.

SALIS, F.; MANDAS, A. Physical performance and falling risk are associated with five-year mortality in older adults: an observational cohort study. **Medicina**, v. 59, n. 5, p. 964, 17 maio 2023. DOI: 10.3390/medicina59050964. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37241196/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

TAKADA, S. *et al.* Association between subjective sleep quality and future risk of falls in older people: results from LOHAS. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 73, n. 9, p. 1205–1211, 17 jun. 2017. DOI: 10.1093/gerona/glx123. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28633472/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

THIES, S. B. *et al.* Are older people putting themselves at risk when using their walking frames? **BMC Geriatrics**, v. 20, n. 1, 4 mar. 2020. DOI: 10.1186/s12877-020-1450-2. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32131743/#:~:text=Incorrect%20use%20was%20associated%20with,placing%20the%20user%20at%20risk.> Acesso em: 22 abr. 2025.

TIMMONS, S. *et al.* Dementia in older people admitted to hospital: a regional multi-hospital observational study of prevalence, associations and case recognition. **Age and Ageing**, v. 44, n. 6, p. 993–999, 28 set. 2015. DOI: 10.1093/ageing/afv131. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26420638/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

WEINER, D. K.; HANLON, J. T.; STUDENSKI, S. A. Effects of central nervous system polypharmacy on falls liability in community-dwelling elderly. **Gerontology**, v. 44, n. 4, p. 217–221, 1998. DOI: 10.1159/000022013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9657082/#:~:text=Conclusions%3A%20In%20community%2Ddwelling%20elderly,relationship%20provides%20support%20for%20causality.> Acesso em: 22 abr. 2025.

SENSORIAMENTO EM UNIDADES MÉDICAS: APLICAÇÃO PARA MONITORAMENTO DO PACIENTE EM AMBIENTES HOSPITALARES

ARAUJO, Andressa Clara Barbosa de¹; PIMENTEL, Cristiane Agra²

¹ Bacharel em Engenharia de Produção. Universidade Federal da Bahia (UFBA)

² Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

E-mail: andressaaraujo@ufrb.br

1. INTRODUÇÃO

O processo de transformação digital, vivenciado por diferentes segmentos de negócio, tem impactado positivamente a sociedade e a economia brasileira desde o início do século XXI (Bertoni *et al.*, 2022). A utilização de tecnologia digital para cuidados em saúde constitui um importante recurso para auxiliar profissionais e indivíduos, na medida em que colabora para a melhoria da gestão da informação, o acesso aos serviços, a qualidade do cuidado prestado e a contenção de custos, além de possibilitar o diagnóstico precoce e o tratamento de doenças crônicas. O uso de tecnologias informatizadas tem sua incorporação emergente e elas já são reconhecidas na literatura como ferramentas que otimizam o processo de gerenciamento, cuidado, ensino e pesquisa, estando diretamente relacionadas com a melhora da qualidade dos serviços de saúde prestados (Gonçalves *et al.*, 2021).

O monitoramento dos sinais vitais é crucial para os pacientes de média e longa permanência (acima de 8 dias de internamento)

no hospital e pacientes em estado crítico, pois, através dos resultados dessas medições, é possível que os profissionais da saúde identifiquem a melhor abordagem no tratamento. Comumente, dispositivos para monitoramento necessitam da presença física de um indivíduo para receber a informação por eles apresentada. Dessa forma, é nítida a necessidade de estudar tecnologias auxiliares a fim de tornar o monitoramento dessas variáveis mais eficaz e acessíveis aos profissionais da saúde, sendo possível o acompanhamento dessas variáveis de forma remota e em tempo real (Sarmiento, 2022).

Os sensores são dispositivos sensíveis e capazes de realizar a leitura de um sinal químico ou físico, os quais respondem de forma específica e de modo a medi-los e retornar um sinal analógico/digital para uma unidade de processamento (Thomazini; Albuquerque, 2005). Originalmente, os sensores ao redor do corpo do paciente utilizam um servidor pessoal como uma passagem para transmitir um sinal para o próximo nível. No entanto, estudos mais recentes abordam as informações básicas de saúde do paciente sendo recuperadas pela interação com o sistema primário via *web* (Jabeen *et al.*, 2023).

A integração de sistemas de saúde acionados por sensores em ambientes inteligentes é uma oportunidade transformadora para a prestação do serviço em unidades médicas. A utilização de exemplos como *wearables* e dispositivos de monitoramento em casa, para auxiliar na coleta de dados médicos em tempo real, fornece *insights* valiosos sobre o bem-estar do usuário. Além disso, também possibilita intervenções de saúde personalizadas, através de tratamentos e estratégias personalizadas baseadas em dados; eficiência operacional por meio da obtenção de melhores *insights*; e melhor experiência do paciente com o monitoramento aprimorado (Abidi *et al.*, 2024).

Tendo em vista a real necessidade de monitoramento em tempo real do paciente, a evolução do modelo de saúde em busca da consolidação do ecossistema da digitalização inteligente e conectada dos sistemas de saúde, a presente pesquisa tem por

objetivo investigar como o uso de sensores pode auxiliar no processo de prestação de serviço em saúde através da monitorização do paciente, tornando sua permanência hospitalar mais segura e os diagnósticos mais precisos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O advento das tecnologias inteligentes nos últimos anos inaugurou uma era transformadora, remodelando hábitos, ambientes de trabalho e cenários de assistência médica (Abidi *et al.*, 2024). Dentro do grupo de sensores, há identificação sem fio, sensores infravermelhos, câmeras, sistemas de posicionamento global (GPS), dispositivos médicos e dispositivos inteligentes. Tais exemplos transformam informações em sinais digitais e auxiliam na transmissão. Além disso, promovem o cuidado para além das unidades hospitalares. Dispositivos vestíveis como relógios estão transformando a prestação de cuidados de saúde crítica através da autogestão para indivíduos com doenças crônicas (Gopi *et al.*, 2024).

Com o intuito de abordar as principais aplicações e impactos do uso de sensores em unidades hospitalares e, em consequência, melhoria na prestação do serviço de saúde, este estudo faz uma abordagem qualitativa ao tema proposto, podendo também ser definido como pesquisa exploratória. Busca-se responder às seguintes perguntas: “Quais estudos, nos últimos cinco anos, pode-se encontrar relacionando sensores e saúde?”, “Quais as principais aplicações dos sensores na área da saúde?”, “Quais impactos tem o uso de sensores no atendimento ao paciente?”

Quanto ao seu objetivo, de acordo com Gil (2002) e Mazucato (2018), esta pesquisa foi classificada como descritiva-exploratória, pois visou avaliar o potencial de aplicação de sensores para o monitoramento do paciente em unidades de saúde. A pesquisa bibliográfica foi a forma de obtenção de dados sobre as principais maneiras de uso dos sensores voltados ao monitoramento. Para

tanto, as fontes de pesquisas recorridas consistiram em artigos das bases de dados da plataforma CAPES, bem como teses e dissertações também da CAPES; fazendo um recorte temporal entre os anos de 2019 e 2024. A razão da escolha das bases de dados foi por comportar o maior número de publicações qualificadas, de acordo com a CAPES numa mesma base.

As palavras-chave utilizadas na busca bibliográfica incluíram (*“sensor”*) AND (*“Health”*) OR (*“Healthcare”*) AND (*“Monitoring”*) AND (*“hospital”*) no campo título. A escolha destas, além de servir de base para a construção do arcabouço teórico do tema, propuseram a ligação entre a prestação do serviço de saúde e o uso de tecnologias em unidades médicas, demonstrando possíveis aplicações e potenciais usos futuros. Os critérios para a escolha dos artigos, teses e dissertações foram: serem trabalhos redigidos nas línguas portuguesa, inglesa ou espanhola; serem documentos classificados como artigo, teses ou dissertações; e abordarem essencialmente o uso de sensores nos hospitais.

Para isso, suas etapas de desenvolvimento foram divididas em: (a) definição do tema; (b) construção das hipóteses; (c) definição dos critérios; (d) definição das palavras-chave; (e) definição das bases de dados; (f) levantamento dos artigos nas bases de dados usando as palavras-chave; (g) seleção de documentos de acordo com os critérios; (h) extração da literatura selecionada; (i) seleção das obras após leitura dos títulos, resumos e introdução dos artigos.

2.2 Resultados

A pesquisa nas bases de dados escolhidas foi realizada entre os dias 28 e 30 de março de 2024, obtendo um total de 448 na base de dados de periódicos da CAPES e 123 obras na base de dados de teses e dissertações da CAPES. O número de publicações encontradas foi explicitado na tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Compilado do número de trabalhos encontrados na pesquisa bibliográfica

Base de dados		Quantidade de artigos encontrados			
		Primeira busca (com os filtros)	Após a leitura do título	Após a leitura do resumo	Leitura completa
Base de periódicos		344	78	18	4
Teses e dissertações	Mestrado	73	13	6	5
	Doutorado	31	2	0	0
Total		448	93	30	9

Fonte: Autoria própria (2024).

Para a seleção dos artigos, foram considerados artigos de estudo prático, excluindo revisões bibliográficas, além de especificar o uso desses sensores para monitoramento do paciente dentro dos espaços hospitalares, ainda que durante a busca fossem encontrados artigos que abordassem o monitoramento remoto de pacientes, como nas *smart homes* e o uso de sensores durante atividades físicas ou em situações do cotidiano. Os sinais vitais evidenciam o funcionamento e as alterações da função corporal, por essa razão a inserção de tecnologias no processo promove a efetividade nas tomadas de decisões, detecção de anomalias, monitoramento preditivo de riscos, suporte ao tratamento, entre outros (Sousa, 2020).

Magalhães (2020), Lorena (2019) e El-Sappagh *et al.* (2019) trazem em suas obras o uso de sensores para monitoramento preditivo e constante do paciente, como temperatura em neonatos, pressão arterial e diabetes, respectivamente. O objetivo dos sensores estudados foi proporcionar uma melhor avaliação clínica, tratamento mais eficaz e provável melhora nos desfechos clínicos. Os sensores também podem ser usados em exames médicos ortopédicos. Cristino (2020) utiliza um sistema composto por um sensor de acelerômetro e um eletrogoniômetro para a

vibroartrografia (VAG), uma alternativa não invasiva, livre de radiação e de baixo custo, que capta as vibrações produzidas pelas articulações durante o movimento e traduz como frequências audíveis.

Entre os anos de 2010 e 2019, percebeu-se um aumento no número de publicações sobre tecnologias vestíveis, com destaque para segmentos como miniaturização e utilização de sensores (Sousa, 2020). Pinheiro *et al.* (2022) e Albahri *et al.* (2019) propõem um monitoramento de saúde inteligente em tempo real estruturado para hospitais distribuídos, baseado em sensor de dados de saúde vestível. Segundo os autores, a tecnologia é uma solução completa, pois permite que as necessidades dos pacientes idosos, acamados e de baixa mobilidade sejam melhor atendidas, garantindo ao mesmo tempo monitoramento remoto.

O desenvolvimento tecnológico, especialmente no setor de comunicação wireless, enfatiza o surgimento e o desenvolvimento de sistemas sem fio de transmissão e recepção de dados que atendam à demanda por dispositivos acoplados a equipamentos cada vez menores e/ou adaptáveis (Sousa, 2020).

Sousa (2020), Fernandes (2019) e Tan, Liao, Tan e Li (2021) retratam em suas obras o uso de sensores para equipamentos hospitalares, em específico para camas, tornando o processo de monitoramento mais automatizado e seguro. Além disso, sensores inteligentes, juntamente com monitoramento remoto automatizado habilitado por inteligência artificial, podem liberar uma enfermeira da tarefa de monitoramento presencial de pacientes durante o processo de transporte de pacientes entre diferentes enfermarias em ambientes hospitalares (Tan; Liao; Tan; Li, 2021). Para pacientes acamados e de mobilidade reduzida, como pacientes internados em Unidade de Terapia Intensiva (UTI), direciona-se o monitoramento com a utilização de sensores, de baixo custo, que identifique os decúbitos desses pacientes, evitando o desenvolvimento de lesões na pele ocasionada pelo tempo de pressão entre a pele do paciente e o colchão do leito hospitalar (Aquim *et al.*, 2019).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento de pacientes, apesar de ser um processo lento, demanda observação contínua com frequência determinada pelo tipo de indicador de saúde e gravidade na qual o paciente se encontra. Nesse sentido, a inserção de tecnologias de sensoriamento no processo apresenta impactos positivos para o paciente e a equipe hospitalar.

Através da presente pesquisa, foi possível observar o volume de estudos que relacionam sensores à saúde, seja para monitoramento remoto, seja durante o período de internação. As aplicações encontradas na literatura selecionada revelam a busca por um atendimento mais seguro e por diagnósticos mais precisos. A escolha da base de dados de teses e dissertações da CAPES apresentou trabalhos que se esforçam para apresentar alternativas mais baratas e replicáveis desses sensores, como possíveis concorrentes dentro desse segmento de mercado e passíveis de patentes, fomentando, assim, o investimento em pesquisas na área médica, aplicando tecnologias de automatização, como Internet das Coisas, inteligência artificial e sensores.

REFERÊNCIAS

- ADIBI, S. *et al.* Improving Healthcare through Sensor-Enabled Digital Twins in Smart Environments: A Comprehensive Review. **Sensors**, v. 24, n. 9, 2793, 2024. DOI : <https://doi.org/10.3390/s24092793>. Disponível em : <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/9/2793>. Acesso em : 14 Abr. 2025
- ALBAHRI, A. S. *et al.* Based Multiple Heterogeneous Wearable Sensors: A Smart Real-Time Health Monitoring Structured for Hospitals Distributor. **IEEE Access**, v. 7, p. 37269-37323, 2019. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2898214. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8638775>. Acesso em: 14 Abr. 2025

AQUIM, E. E. *et al.* Diretrizes Brasileiras de Mobilização Precoce em Unidade de Terapia Intensiva. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 31, n. 4, p. 434–443, out. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20190084>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbti/a/5HVNpmmYxy8Z5mcgrcLV7GJ/>. Acesso em: 15 Abr. 2025

BERTONI *et al.* Internet das Coisas de Saúde: aplicando IoT, interoperabilidade e aprendizado de máquina com foco no paciente. **Anais. 22º Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS)**. 2022.

CRISTINO, C. S. **Viabilidade da vibroartrografia para a detecção de crepitações da articulação Femoropatelar de indivíduos adultos**. 2020. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Saúde) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <https://archivum.grupomarista.org.br/pergamumweb/vinculos/000091/00009196.pdf>. Acesso em: 13 Abr. 2025

EL-SAPPAGH, S. *et al.* A mobile health monitoring-and-treatment system based on integration of the SSN sensor ontology and the HL7 FHIR standard. **BMC Med Inform Decis Mak**, v. 19, n. 97, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12911-019-0806-z>. Disponível em: <https://bmcmmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-019-0806-z>. Acesso em: 14 Abr. 2025

FERNANDES, B. F. R. **Sistema de monitoramento do decúbito do paciente acamado ou com mobilidade reduzida**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas) – Instituto de Ciências Biológicas, Escola Politécnica de Pernambuco (POLI), Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, 2019. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcgclclefindmkaj/https://w2files.solucaoatrio.net.br/atrio/upe-ppges_upl//THESIS/72/dissertation_brunna_finalissima_1_20190820084645504.pdf. Acesso em: 15 Abr. 2025

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, R. S. *et al.* Development of a mobile application for monitoring glycemic levels obtained by capillary measurements and subcutaneous sensor. **Research, Society and Development**, v.

10, n. 4, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14400>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14400>. Acesso em: 13 Abr. 2025

GOPI, C. G. *et al.* Uso de dispositivos sensores de IoT para gerenciamento eficiente de sistemas de saúde: uma revisão. **Discov Internet Things**, v. 4, 8, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43926-024-00062-9>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43926-024-00062-9#citeas>. Acesso em: 15 Abr. 2025

JABEEN, T. *Et al.* Smart Wireless Sensor Technology for Health Monitoring System Using Cognitive Radio Networks. **Sensors**, v. 23, n. 13, 6104, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/s23136104>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37447952/>. Acesso em: 16 Abr. 2025

LORENA, A. E. S. **Monitor de Pressão Arterial Contínua Não Invasivo de Baixo Custo**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas) —Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://w2files.solucaoatrio.net.br/atrio/upe-ppges_upl//THESIS/75/dissertao_com_correes_1_ana_emilia_20191106082719421.pdf. Acesso em: 15 Abr. 2025

MAGALHÃES, W. B. **Monitoramento da temperatura de recém-nascidos: desenvolvimento de um dispositivo sem fio e prova de conceito**. 2020. Dissertação (Mestrado em Medicina) —Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/34921/3/Monitoramento%20da%20temperatura%20de%20rec%20nascidos%20desenvolvimento%20de%20um%20dispositivo%20sem%20fio%20e%20prova%20de%20conceito.pdf>. Acesso em: 14 Abr. 2025

MAZUCATO, T. Metodologia da pesquisa e do trabalho científico. *In*: MAZUCATO, T. (org.). **Metodologia da Pesquisa e do trabalho científico**. Penápolis: FUNEPE, 2018.

PINHEIRO, G. P. M. *et al.* Multi-Sensor Wearable Health Device Framework for Real-Time Monitoring of Elderly Patients Using a Mobile Application and High-Resolution Parameter Estimation. **Frontiers in human neuroscience**, v. 15, 750591, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.750591>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35111004/>. Acesso em: 15 Abr. 2025

SARMENTO, F. D. de L. **Plataforma de monitoramento remoto para pacientes em unidade de terapia intensiva (UTI)**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia da Computação) – Departamento de Engenharias e Tecnologias, Universidade Federal Rural do Semiárido, Pau dos Ferros, 2022. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/24c22828-62d9-4222-9313-c23e802ef51b/content>. Acesso em: 15 Abr. 2025

SOUSA, M. E. T. **Desenvolvimento de um biossensor na comunicação sem fio por meio do conceito e-têxtil e de protocolos da tecnologia wban na aplicação do monitoramento aos cuidados de paciente sob risco de lesões por pressão**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharias e Tecnologias, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2020. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/52b7eea9-ddd1-4708-a86f-66db1ad56c65/content>. Acesso em: 16 Abr. 2025

TAN, Y.H.; LIAO, Y.; TAN, Z.; LI, K.-H.H. Application of a Machine Learning Algorithms in a Wrist-Wearable Sensor for Patient Health Monitoring during Autonomous Hospital Bed Transport. **Sensors**, v. 21, n. 17, 5711, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21175711>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/17/5711>. Acesso em: 14 Abr. 2025

THOMAZINI, D. A., ALBUQUERQUE, P. U. B. de. **Sensores Industriais – Fundamentos e Aplicações**. 5. ed. São Paulo: Érica, 2005.

SERVIÇOS DE ATENÇÃO AO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA NO ESTADO DA BAHIA

AMARAL, Mariana Gondim Pires do¹; PONDE, Milena Pereira²

¹ Estudante de Medicina, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

² Pós-Doutorado na Divisão de Psiquiatria Social e Cultural (McGill University). Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

E-mail: marigondim2@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Definido como um transtorno do neurodesenvolvimento, de etiologia ainda desconhecida e caracterizado por dificuldade persistente na interação social, comunicação e presença de padrões restritivos e repetitivos, o Transtorno do Espectro Autista (TEA) ganhou, em 2013, uma nova classificação com base no *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM), unificando diferentes apresentações que antes eram diagnosticadas como condições distintas (American Psychiatric Association, 2013).

A nova classificação do DSM 5 sistematiza e simplifica os parâmetros para o diagnóstico de autismo, definindo dois critérios essenciais: 1. Dificuldades sociais e de comunicação e 2. Comportamentos repetitivos e interesses restritos, fixos e intensos (Montenegro; Casella; Celeri, 2018). Entretanto, apesar desses critérios, o TEA possui manifestações muito mais amplas, por isso, entende-se que o cuidado integral e efetivo depende do trabalho conjunto de uma equipe multidisciplinar preparada, da pessoa com TEA e sua família somado a uma proposta terapêutica específica considerando suas particularidades (Brasil, 2015).

De acordo com a última publicação do CDC (Centers for Disease Control and Prevention), em 2023, a nova estatística global é de 1 autista para cada 36 crianças. Dessa forma, a Organização das Nações Unidas (ONU) estima que existam, em todo o mundo, cerca de 70 milhões de autistas. Destes, cerca de 70 mil residem na Bahia, sendo que uma parte deles apresenta algum grau de deficiência intelectual (SESAB, 2016).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este capítulo é fruto de um Trabalho de Conclusão de Curso elaborado a partir de um estudo observacional descritivo secundário de dados coletados nos sites da Secretaria de Saúde da Bahia (SESAB) e do Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde (CNES) - entre março e dezembro de 2023. O objetivo do estudo foi facilitar o acesso das famílias às intervenções necessárias através do mapeamento dos serviços de atenção ao TEA ofertados pelo serviço público ou vinculados aos Sistema Único de Saúde (SUS) que se encontram disponíveis no estado da Bahia no ano de 2023, bem como formatar uma cartilha e um site, para servir de guia aos autistas e seus familiares, apresentando os locais, profissionais disponíveis e tipos de serviços ofertados.

2.2 Epidemiologia

Como dito anteriormente, a publicação do CDC (Centers for Disease Control and Prevention) em 2023, traz a estatística global de 1 autista para cada 36 crianças. O dado anterior era de 1 para cada 59 crianças. Porém, há discrepância muito grande entre estudos quando se avalia a dimensão da prevalência de TEA nos países. Apesar da tendência no aumento de casos, a sua interpretação pode ser muito mais complexa (Fombonne, 2018).

Em primeira análise, temos a padronização de sinais e sintomas estabelecidos no DSM-5. Em contrapartida, existe o fato de o diagnóstico ser clínico (subjetivo). Dessa forma, é difícil definir se o aumento da prevalência é reflexo das diferentes metodologias aplicadas no rastreio e no diagnóstico ou se é decorrente de perfis populacionais distintos (Fombonne, 2018).

2.3 Diagnóstico

Autismo é um dos transtornos do neurodesenvolvimento, cujos sinais ficam mais evidentes a partir dos 24 meses de idade, sobretudo entre o terceiro e quinto ano de vida (Losapio; Pondé, 2008). O diagnóstico de autismo é clínico, elaborado a partir da anamnese e da avaliação do paciente. Instrumentos como a M-CHAT-R/F e os IRDIS auxiliam na identificação precoce de alterações do neurodesenvolvimento e suspeita de autismo em crianças com menos de dois anos. Outros instrumentos, como a Escala Labirinto, ADOS-2 e a CARS, auxiliam na avaliação da criança acima de dois anos.

Como abordado anteriormente, o diagnóstico de autismo é essencialmente clínico e, para ser feito, é imprescindível a existência simultânea dos dois critérios estabelecidos pelo DSM 5: 1. Dificuldades sociais e de comunicação e 2. Comportamentos repetitivos e interesses restritos, fixos e intensos (Montenegro; Casella; Celeri, 2018). Esses critérios podem ter diferentes formas de manifestação, como apresentados no quadro 1.

Ainda em concordância com o DSM-5, a gravidade do autismo pode ser dividida em três níveis e se baseia no prejuízo causado nos dois critérios, que devem ser avaliados separadamente, bem como no grau de apoio exigido para cada um dos dois domínios psicopatológicos.

Quadro 1 – Características frequentemente presentes em crianças com TEA

Dificuldades sociais e de comunicação*	Interesses restritos e repetitivos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dificuldade para estabelecer conversa; ▪ Dificuldade para iniciar interação social; ▪ Dificuldade em demonstrar emoções; ▪ Prefere ficar sozinho; ▪ Pouco contato visual; ▪ Linguagem corporal pobre; ▪ Pouca expressão facial; ▪ Não entende linguagem corporal ou facial; ▪ Dificuldade para entender ironia ou piadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estereotípias motoras; ▪ Alinhar objetos; ▪ Ecolalia; ▪ Sofrimento extremo frente às mudanças; ▪ Dificuldade com transições; ▪ Padrões rígidos de pensamento; ▪ Interesse extremo ou restrito a um assunto; ▪ Rituais de saudação; ▪ Necessidade de fazer o mesmo caminho; ▪ Hipo ou hiper-reatividade a estímulos sensoriais; ▪ Cheirar ou tocar objetos; ▪ Apego incomum a determinado objeto; ▪ Recusa de determinados alimentos.

Fonte: *Modificado de DSM 5 – American Psychiatric Association (2013).

2.4 Diagnósticos diferenciais e comorbidades

Considerando os diversos transtornos do desenvolvimento e as suas semelhanças com o autismo, alguns são classificados como diagnósticos diferenciais do TEA, como: Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem (TDL), Transtorno de Deficiência Intelectual (TDI) e deficiências sensoriais, principalmente auditiva e visual (Montenegro; Casella; Celeri, 2018). Existe também a possibilidade conjunta de haver TEA e outros diagnósticos. As comorbidades psiquiátricas mais comumente apresentadas por crianças com TEA são: irritabilidade, ansiedade, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), Transtorno

Dissociativo de Identidade (TDI), Transtorno Opositor Desafiador (TOD) e epilepsia (Montenegro; Casella; Celeri, 2018).

Assim, o TEA possui apresentação multifatorial e demandas proporcionais a essas apresentações. Isso justifica a necessidade da identificação e intervenção precoce diante de qualquer sinal de distúrbio no desenvolvimento (Carvalho *et al.*, 2013). O encaminhamento para terapias e estímulos adequados de acordo com o perfil de cada paciente é fundamental para um melhor prognóstico e torna possível minimizar os obstáculos impostos pelo TEA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta de dados, conforme descrito na introdução, foi observado que a SESAB divide o estado da Bahia em 9 mesorregiões de saúde: Centro-Leste, Centro-Norte, Extremo Sul, Leste, Nordeste, Norte, Oeste, Sudoeste e Sul (SESAB, 2014).

Com o intuito de facilitar o acesso à informação, os serviços de atenção ao TEA, no estado da Bahia, gratuitos/vinculados ao SUS, mais especificamente os CAPS e centros especializados, foram divididos da mesma forma, o que permitiu a visualização da real da situação de distribuição desses serviços em território baiano.

Foi feita uma análise em cada região de saúde levando em conta os critérios estabelecidos na metodologia deste estudo. Sabendo que, de acordo com a SESAB, nosso estado tem quase 15 milhões de habitantes, e considerando os profissionais fundamentais para assistência ao TEA, tem-se: psiquiatra, pediatra, médico clínico, psicólogo, pedagogo, psicopedagogo, fisioterapeuta, fonoaudiólogo, educador físico, terapeuta ocupacional, nutricionista e assistente social.

Diante do exposto, é de extrema importância analisar o reflexo desses números em cada mesorregião de saúde da Bahia. Para isso, foi construído um quadro-resumo (exposto abaixo) com as principais informações, que serão analisadas mais detalhadamente.

Quadro 2 – Resumo dos valores dos serviços públicos de saúde para autistas

REGIÃO	NÚMERO DE MUNICÍPIOS	NÚMERO DE HABITANTES (aproximadamente)	NÚMERO DE CIDADES COM ATENDIMENTO AO AUTISMO VIA SUS	NÚMERO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SAÚDE PARA AUTISTAS
Centro-Leste	72	2,2 milhões	2	3
Centro-Norte	38	835 mil	2	2
Extremo Sul	21	853 mil	4	4
Leste	47	4,8 milhões	5	14
Nordeste	33	890 mil	2	2
Norte	28	1,1 milhões	1	1
Oeste	36	975 mil	2	2
Sudoeste	74	1,8 milhões	3	4
Sul	68	1,7 milhões	4	5
Bahia	417	15 milhões	25	37

Fonte: Autoria própria (2024).

Por este estudo, é possível perceber que, na Bahia, há as proporções aproximadas de 1 cidade com atendimento ao autismo via SUS para cada 17 municípios e 1 serviço público de saúde para autistas para quase 1.892 autistas, considerando o total de autistas como 70 mil, segundo dados da SESAB (SESAB, 2016). Diante desses números, a desproporcionalidade de atendimento torna-se evidente e a consciência de que muitos autistas não são

acompanhados ou possuem seus tratamentos incompletos é inquestionável.

A análise da proporção de serviços públicos de saúde para autistas por municípios em cada uma das mesorregiões de saúde explicita ainda mais a desigual e insuficiente assistência ao TEA que o estado sofre. No Centro-Leste, a proporção é de 1 serviço para cada 24 municípios, enquanto no Centro-Norte, esse valor é de 1 serviço para 19 municípios. Para o Extremo Sul, é aproximadamente 1 serviço para cada 5 municípios. Já no Leste, é 1 serviço para pouco mais de 9 municípios. No Nordeste, o valor é de 1 serviço para quase 17 municípios e no Norte é de 1 serviço para 28 municípios. Enquanto no Oeste, há 1 serviço para cada 18 municípios, no Sudoeste, tem-se 1 serviço para cada 18 municípios e, por fim, no Sul, existe 1 serviço para cada 14 municípios.

De acordo com o Ministério da Saúde (Brasil, 2002), a equipe mínima de um CAPS deve ser composta por 1 médico psiquiatra, ou neurologista, ou pediatra com formação em saúde mental; 1 enfermeiro; 4 profissionais de nível superior (psicólogo, assistente social, enfermeiro, terapeuta ocupacional, fonoaudiólogo, pedagogo ou outro profissional necessário ao projeto terapêutico); 5 profissionais de nível médio (técnico e/ou auxiliar de enfermagem, técnico administrativo, técnico educacional e artesão). Essa equipe mínima atenderia entre 15 e 25 pessoas por dia (Brasil, 2002). Se todos os CAPS e Centros de Referência deste estudo tivessem essas equipes mínimas, atendesse apenas TEA e sem contabilizar a continuidade do acompanhamento, com um cálculo simples veríamos que são necessários pelo menos 76 dias para atender a quantidade de pessoas estimadas para a demanda de cada instituição considerando essas condições ideais.

Em análise complementar, um estudo da Mackenzie reforça esse cenário de insuficiência no atendimento de TEA no Brasil, principalmente pelo SUS, quando afirma que o número de instituições para atendimento aos indivíduos com TEA é insuficiente, com distribuição irregular em todo país (Portolese *et al.*, 2017).

Diante dos números tão alarmantes, é imprescindível um estudo epidemiológico de cada mesorregião de saúde para conhecer o real número de autistas e as suas necessidades. Ao mesmo tempo, é fundamental que em todo o estado haja um aumento de serviços públicos para autistas e profissionais especializados de maneira geral.

Ademais, é necessária a criação de, no mínimo, um centro de referência completo e efetivo para cada mesorregião. Já existem o CRE TEA em Salvador (região Leste) e o CAM TEA em Sobradinho (região Norte), mas ambos precisam de complementação na equipe. O estado, então, necessita da criação de, pelo menos, mais sete centros de referência ao autismo com equipe completa para que cada um assista no mínimo aos municípios de sua região. Esses centros devem ser pontos de partida, com uma comunicação produtiva com cada município, e para isso cada um dos 417 deve ter pelo menos um local de atenção ao TEA, como CAPSI ou CAPSIA. Essa rede de atenção seria o primeiro passo para garantir integralidade do cuidado ao TEA.

Ainda falando de comunicação, vemos a necessidade do acesso a essas informações à população em geral. Em um artigo de 2017, realizado no Rio de Janeiro, viu-se que quanto maior o acesso à informação, maior a busca por serviços de saúde (Rossi *et al.*, 2018). Nesse mesmo estudo, percebemos a importância de um local único com o máximo de informações sobre os serviços de saúde ao TEA e de fácil compreensão para facilitar a busca pelo serviço necessário mais próximo (Rossi *et al.*, 2018).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apenas 37 locais de serviço com os critérios propostos foram contabilizados neste estudo, sendo que 10 estão na capital baiana. Isso representa uma concentração de quase 27% dos serviços em uma única cidade, em detrimento dos outros 416 municípios do resto do estado.

Os profissionais considerados fundamentais para a assistência ao TEA foram: psiquiatra, pediatra, médico clínico, psicólogo, pedagogo, psicopedagogo, fisioterapeuta, fonoaudiólogo, educador físico, terapeuta ocupacional, nutricionista e assistente social. Dos 37 locais, apenas 1 possuía essa equipe mínima, 8 possuíam entre 9 e 11 representantes das diferentes profissões necessárias, 17 contavam com 5 a 8 dessas especialidades e 11 tinha menos de 4 tipos de profissionais.

O conhecimento dos serviços disponíveis em cada local facilita o deslocamento dos pacientes para cidades próximas à sua de acordo com cada demanda; e isso desfaz a ideia de que Salvador é a única cidade baiana possível para o tratamento completo de um autista.

Por esse motivo, a partir deste estudo, foi criado um site (<https://tea-ba.web.app/>) com todas essas informações para possibilitar a conscientização acerca desses serviços e dinamizar a locomoção necessária, contribuindo assim com a comunidade, além de possíveis atualizações e uma cartilha em PDF.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **DSM-V**. 5th ed. Arlington: VA, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Especializada e Temática. **Linha de cuidado para a atenção às pessoas com transtorno do espectro do autismo e suas famílias linhas de cuidado na rede de atenção psicossocial do Sistema Único de Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 1566 p. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/linha_cuidado_atencao_pessoas_transtorno.pdf. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA Nº 336, DE 19 DE FEVEREIRO DE 2002**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2002/prt0336_19_02_2002.html. Acesso em: 07 mar. 2024.

CARVALHO, F. A *et al.* Rastreamento de sinais precoces de transtorno do espectro do autismo em crianças de creches de um município de São Paulo. **Revista Psicologia: Teoria e Prática**, São Paulo, vol. 15, N. 2, p. 144-154, maio-ago. 2013. ISSN 1516-3687 (impresso), ISSN 1980-6906 (on-line). Disponível em: <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/ptp/article/view/5281/4458>. Acesso em: 17 mai. 2023.

Fombonne E. Editorial: The rising prevalence of autism. Vol. 59, *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*. Blackwell Publishing Ltd; 2018. p. 717–20.

LOSAPIO, M. F., PONDE, M. P. Tradução para o português da escala M-CHAT para rastreamento precoce de autismo. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, v. 30, n. 3, [S. p.], 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81082008000400011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rprs/a/fjsx7JhDNbjswLKPZ7Td69/>. Acesso em: 03 jun. 2023.

MONTENEGRO, M. A.; CASELLA, E. B.; CELERI, E. H. R. V. **Transtorno do Espectro Autista - TEA: Manual Prático de Diagnóstico e Tratamento**. São Paulo: Thieme RevInter, 2018.

PORTOLESE, J. *et al.* Mapeamento dos serviços que prestam atendimento a pessoas com transtornos do espectro autista no Brasil. **Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, São Paulo, v. 17, n.2, p. 79-91, 2017. ISSN 1809-4139. DOI: 0.5935/cadernosdisturbios.v17n2p79-91. Disponível em: <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/cpgdd/article/view/11322/7056>. Acesso em: 07 mar. 2024.

ROSSI, L. P. *et al.* Caminhos Virtuais e Autismo: acesso aos serviços de saúde na perspectiva da Análise de Redes Sociais. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 23, n. 10, [S. p.], 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182310.13982018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/mb47wnxWHnhgSj9HwkhRrS/>. Acesso em: 09 fev . 2024.

SESAB. Assessoria de Comunicação. **Baianos terão atendimento especializado em autismo**. Salvador, 2016. Disponível em:

<https://www.saude.ba.gov.br/2016/11/11/baianos-terao-atendimento-especializado-em-autismo/#:~:text=11%2F11%2F2016%2017%3A05&text=O%20secret%C3%A1rio%20pontuou%20a%20import%C3%A2ncia,apoio%20aos%20familiares%20dos%20pacientes.>

Acesso em: 07 mar. 2024.

SESAB. **Regiões de Saúde do Estado da Bahia**. Salvador, 2014.

Disponível em: http://www1.saude.ba.gov.br/mapa_bahia/VISAOMACRORREGIAOch.asp. Acesso em: 12 jan. 2024.

SONOPREV: SOLUÇÃO TECNOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DO RISCO DE QUEDAS EM IDOSOS ASSOCIADO A DISTÚRBIOS DO SONO

GUIMARÃES, Caio Medina¹; CUNHA, Beatriz de Almeida¹;
DEUS, Flávia Gois de ¹; DUARTE, Laís Palhares Rodrigues¹;
FILHO, Orison Pedro Monteiro de Almeida²; CASTRO, Iza
Cristina Salles de³

¹ Estudante de Medicina, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

² Mestrando em Tecnologias em Saúde, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

³ Pós-Doutorado em Medicina e Saúde Humana, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

E-mail: caioguimaraes20.2@bahiana.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população é um fenômeno que vem sendo observado em todo o mundo, alterando, assim, as pirâmides etárias, os perfis de morbidade e mortalidade (Abreu *et al.*, 2018). Há previsões de que a proporção de pessoas com 65 anos ou mais residentes na Europa praticamente dobre entre 2010 e 2050, e nenhuma faixa etária crescerá mais rápido do que aqueles com 80 anos ou mais (World Health Organization, 2012).

O sono é um processo fisiológico relevante e imprescindível para a recuperação de diversas funções corporais. Com o avançar da idade, ocorrem inúmeras mudanças na quantidade de horas de sono, bem como na sua qualidade. Entre essas alterações, destacam-se a diminuição do tempo total e do índice de eficiência do sono, o aumento da fragmentação desse processo, maiores

dificuldades para adormecer e menor tempo para o sono de movimento rápido dos olhos (REM) e o sono de ondas lentas (Liao *et al.*, 2022).

Acompanhando esse processo natural, problemas de saúde mentais e físicos são provocados, em grande parte das vezes, por doenças crônicas e quedas (Ramos, 2002; Ribeiro *et al.*, 2006). As quedas, conceituadas como eventos acidentais que promovem a mudança abrupta de posição do indivíduo para um nível inferior, tomando como base sua posição original, com incapacidade de correção de maneira tempestiva, bem como com apoio no solo, apresentam causas multifatoriais, desde razões intrínsecas advindas de alterações naturais da senilidade, comorbidades e ação de medicamentos, a condições extrínsecas, tais como situações sociais e ambientais que oferecem desafios e riscos aos idosos (Ribeiro *et al.*, 2006).

Insônia, apneia obstrutiva do sono (AOS) e síndrome de pernas inquietas são distúrbios com prevalência expressiva entre os indivíduos mais velhos e responsáveis pela ocorrência de queda. Estima-se que a AOS ocorra em cerca de 35,9% da população (Ghavami *et al.*, 2023), que a insônia possa chegar até a 48% (Pradhan; Saikia, 2024) e a síndrome de pernas inquietas a 35% (Milligan; Chesson, 2002). Em vista da relação intrínseca entre o menor número de horas dormidas e o risco elevado de quedas, a adoção de medidas, farmacológicas ou não, para a manutenção do sono saudável é fundamental e pode ser considerada até mesmo profilática (Idalino *et al.*, 2024).

Dessa maneira, pode-se observar que os distúrbios do sono promovem lentidão nas respostas e diminuição generalizada do estado de vigília, fato que predispõe o idoso a ter uma maior probabilidade de ocorrência de queda (Kuo *et al.*, 2010). Levando em consideração que a população de adultos idosos cresce de maneira progressiva e que, no ano de 2100, há uma projeção de que esse estrato populacional corresponda a 34,6% dos habitantes ao redor do mundo, torna-se relevante entender e avaliar os aspectos intrínsecos

à redução da qualidade de vida dessas pessoas, mas que possuem um caráter modificável a curto e médio prazo (Noh *et al.*, 2017).

Assim, surge a necessidade da criação de um parâmetro para a estratificação do risco de queda em idosos de acordo com fatores preditores, como medidas antropométricas e características gerais do sono. Como objetivo, busca-se possibilitar aos cuidadores e profissionais da saúde um mecanismo eficaz para o reconhecimento do risco de queda e, conseqüentemente, do aumento da qualidade de vida, por meio da materialização da calculadora em formato de aplicativo.

2. DESENVOLVIMENTO

Foi realizado um estudo longitudinal prospectivo, com o título “Distúrbio do sono e perfil metabólico relacionado à ocorrência de quedas em idosos residentes na comunidade: Estudo longitudinal prospectivo”, que incluiu 125 idosos não institucionalizados com idade igual ou maior a 65 anos, obedecendo aos seguintes critérios de inclusão: idosos robustos, de acordo com o Índice de Vulnerabilidade Clínico Funcional (IVCF-20), com marcha independente e os seguintes critérios de exclusão: ter diagnóstico de doenças neurológicas que afetem o equilíbrio, Doença de Parkinson, demências ou vestibulopatias; apresentar distúrbios osteoarticulares estabelecidos; e demonstrar incapacidade de seguir instruções de teste e realizar as atividades solicitadas.

Esse estudo gerou resultados que relacionam distúrbios do sono, fatores predisponentes para quedas e ocorrência de quedas. Utilizando tais resultados, foi elaborada uma calculadora de escore com o objetivo de prever o risco de queda em idosos de acordo com variáveis relacionadas aos distúrbios do sono dessa população. Esse projeto é um meio de levar, através da tecnologia, medicina de precisão aos idosos, bem como auxiliar os profissionais de saúde e cuidadores nos processos de tomada de decisão que dizem respeito aos idosos.

Assim, percebeu-se que os idosos classificados como tendo má qualidade do sono (68,3%) eram mais propensos a cair; houve significância estatística entre a circunferência cervical e número de quedas dos idosos ($p = 0,040$); entre os indivíduos que caíram, observou-se que o grupo que se reconheceu como definitivamente matutino apresentou o maior percentual de quedas, com 45% ($n = 9$); foi observada correlação positiva entre o número de quedas e o tempo de vigília após o sono ($R^2 = 0,730$; $p = 0,040$); observou-se correlação negativa entre o número de quedas e a eficiência do sono ($R^2 = -0,818$; $p = 0,013$); frequência maior de quedas em idosos que se sentiram sonolentos após o despertar em comparação com aqueles que não estavam sonolentos após o despertar (61,9% vs 38,1%; $p = 0,003$); comparando idosos robustos com alto risco de apresentar apneia obstrutiva do sono com aqueles sem alto risco, a frequência de quedas foi maior no primeiro grupo (52,9% vs 22,0%; $p = 0,016$). Por fim, ao comparar os indivíduos com e sem insônia, observou-se que os insones apresentaram maior frequência de quedas nos 12 meses anteriores (62,5% vs 18,6%; $p < 0,001$), respectivamente.

A partir desses achados e de outras variáveis obtidas através de estudos envolvendo distúrbios do sono e quedas em idosos robustos, foi elaborado o *SonoPrev*, que corresponde a um escore de estratificação de risco para quedas em idosos. Cada variável corresponde a um ponto, permitindo que o usuário contabilize o seu risco final. Os riscos variam de leve (1 a 3), moderado (4 a 7) e acentuado (8 a 10) a depender da pontuação, conforme a Figura 6.

Foram selecionadas as variáveis que mais se associaram com a frequência de queda em idosos para compor o escore. Dessa forma, foram adotadas as seguintes variáveis para composição do escore: qualidade do sono; circunferência cervical; avaliação do ritmo circadiano; tempo de vigília após o início do sono maior que 30 minutos; eficiência do sono reduzida; idosos que se sentem sonolentos após o despertar; alto risco de apresentar apneia obstrutiva do sono; os insones.

Para preencher a calculadora do Escore de Quedas deve-se realizar as seguintes etapas, através do *QR Code*, para cada variável relacionada a um cálculo ou questionário.

1. Análise da qualidade do sono

A qualidade geral do sono é composta pela satisfação com a facilidade para adormecer, a capacidade de permanecer dormindo, a duração do sono e o sentimento de descanso ao acordar. A avaliação da qualidade do sono pode ser feita por diferentes instrumentos, como, por exemplo, o Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (PSQI) (Buysse *et al.*, 1988).

Figura 2 – *QR Code* para questionário on-line do PSQI



Fonte: Autoria própria (2024).

2. Medida da circunferência cervical

A circunferência do pescoço (CP) é uma medida indireta do tecido adiposo subcutâneo da parte superior do corpo. É sugerido que a CP representa um risco cardiometabólico adicional, independente de outras medidas de adiposidade e considerando a adiposidade corporal global e abdominal tal medida está associada à síndrome metabólica, à hiperinsulinemia, à pressão arterial elevada e a um conjunto de fatores de risco cardiometabólicos. A CC normal varia de acordo com o sexo, idade e etnia. Para medir o tamanho do pescoço, deve-se ficar de pé e passar a fita métrica em volta do pescoço, posicionando-a exatamente no meio do pescoço. A medida ideal da circunferência do pescoço é de até 37 cm para homens e de até 34 cm para mulheres (Silva *et al.*, 2020).

3. Questionário de vespertinidade e matutividade

O “Questionário de vespertinidade e matutividade” foi criado por Horne e Östberg (1976), sendo composto por 19 quesitos com questionamentos sobre as preferências quanto às horas de acordar e dormir, os horários preferidos para atividades físicas e mentais, e o estado de alerta dos indivíduos. Pontuações podem variar entre 16-86. De 70 a 86 pontos são definidos os indivíduos matutinos (MA) (Terman; Terman, 2005).

Figura 3 – QR Code para questionário on-line de vespertinidade e matutividade



Fonte: Autoria própria (2024).

4. Eficiência do sono

A eficiência do sono é definida como uma razão entre o tempo total de sono (TTS) e o tempo total na cama, sendo idealmente maior ou igual a 85%. Para fazer esse cálculo, divide-se o tempo total na cama pelo tempo total de sono, depois multiplica-se o resultado por 100. No entanto, considerando que o tempo passado na cama pode incluir atividades não relacionadas ao sono, como assistir à televisão ou conversar, observou-se a necessidade de obter um denominador mais fidedigno para um cálculo de maior acurácia. Sendo assim, é proposto que a eficiência do sono seja calculada a partir da divisão entre o tempo total de sono e a duração do episódio de sono, multiplicando o resultado por 100 (Reed; Sacco, 2016).

Figura 4 – QR Code para cálculo da eficiência do sono



Fonte: Autoria própria (2024).

5. Sonolência excessiva diurna

Estudos mostraram que idosos com distúrbios do sono apresentaram queixa de sonolência após terem acordado. Segundo Mendoza-Meléndez *et al.* (2016), analisando um grupo de 191 idosos, 60,6% apresentaram sonolência durante o dia depois de terem despertado do sono. [Clique ou toque aqui para inserir o texto.](#)

A Escala de Sonolência de Epworth (ESS) é uma ferramenta amplamente utilizada para avaliar a sonolência diurna em diversas condições clínicas, especialmente na apneia obstrutiva do sono (AOS). Sua importância reside em sua simplicidade e eficácia na identificação de sonolência excessiva, que pode ter implicações significativas na saúde e na qualidade de vida dos pacientes.

6. Risco para Apneia Obstrutiva do Sono

O questionário de Berlin foi desenvolvido visando à investigação da Apneia Obstrutiva do Sono na atenção primária. Ele contém três categorias, a primeira envolve questões sobre ronco e apneia presenciada; a segunda sobre fadiga e sonolência; e a terceira que avalia a presença ou não de obesidade de acordo com o IMC e a história de hipertensão arterial sistêmica. Outros critérios utilizados nesse escore são peso, sexo, altura, idade, circunferência do pescoço e etnia. Dessa forma, são classificados como alto risco aqueles que preenchem os critérios para duas das três categorias avaliadas (Tan *et al.*, 2017).

Figura 5 – QR Code para questionário on-line de Berlin



Fonte: Autoria própria (2024).

7. Índice de Gravidade de Insônia

O Índice de Gravidade de Insônia se baseia em 5 indicadores para classificar a insônia como leve, moderada ou grave. É questionado ao paciente se ele apresenta dificuldade em iniciar ou manter o sono, se desperta muito cedo, a satisfação com o padrão de sono atual, a interferência do sono no cotidiano, a percepção de terceiros sobre o impacto do sono na qualidade de vida do indivíduo e, por fim, a preocupação/o sofrimento acarretado pelo problema de sono. Uma pontuação de 0 a 7 reflete insônia significativa, de 8 a 14, insônia subliminar, de 15 a 21, insônia moderada e de 22 a 28, insônia grave (Gorenstein; Andrade; Zuardi, 2000).

Figura 6 — *QR Code* para questionário on-line do Índice de Gravidade de Insônia



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 7 — SonoPrev
CALCULADORA DE ESCORE DE QUEDA

PERGUNTA		OPÇÕES	
1	Idade:	60	
2	Sexo:	<input type="radio"/> Feminino	<input checked="" type="radio"/> Masculino
3	Má qualidade do sono?	<input checked="" type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não
4	Circunferência cervical aumentada?	<input type="radio"/> Sim	<input checked="" type="radio"/> Não
5	Definitivamente matutinos?	<input type="radio"/> Sim	<input checked="" type="radio"/> Não
6	Tempo de vigília após o início do sono (maior que 30 minutos)?	<input type="radio"/> Sim	<input checked="" type="radio"/> Não
7	Eficiência do sono menor que 85%?	<input checked="" type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não
8	Apresenta sonolência após despertar?	<input checked="" type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não
9	Alto risco de apresentar apneia obstrutiva do sono?	<input type="radio"/> Sim	<input checked="" type="radio"/> Não
10	Alto risco para insônia?	<input checked="" type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não

RESULTADO

5

Fonte: Autoria própria (2024).

Após a elaboração do escore, houve a materialização da calculadora estratificadora de risco de queda em formato de aplicativo, a qual pode ser acessada por meio do seguinte link: <https://escoredequedas.sis.com.br/>

A depender da pontuação, os riscos variam de: leve (1 a 3), moderado (4 a 7) e acentuado (8 a 10) a depender da pontuação.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SONOPREV, uma calculadora inovadora para avaliar o risco de quedas em idosos relacionados a distúrbios do sono, representa uma ferramenta de saúde pública com grande potencial de transferência de tecnologia e aplicabilidade no mercado. Ao fornecer informações valiosas e promover a educação em saúde, o SONOPREV visa reduzir a morbimortalidade na população idosa, oferecendo uma solução prática e acessível para um problema de saúde pública.

Distúrbios do sono, como insônia, apneia obstrutiva do sono e síndrome das pernas inquietas, são fatores de risco importantes para quedas em idosos. Essas condições comprometem a estabilidade postural e a cognição diurna, devido à fragmentação do sono e à redução da eficiência do descanso, resultando em

déficits de atenção, reflexos e controle motor. Nesse contexto, o SONOPREV surge como um produto promissor para o mercado de tecnologia em saúde, com capacidade de impactar positivamente a qualidade de vida dos idosos e reduzir os custos associados a quedas e suas complicações.

Estudos indicam que a privação e a má qualidade do sono afetam diretamente a função vestibular e proprioceptiva, essenciais para a manutenção do equilíbrio e da marcha (Besnard *et al.*, 2018; Paillard, 2023). A sonolência diurna excessiva, comum em distúrbios como a AOS, pode levar a episódios de microdespertares durante atividades diárias, aumentando ainda mais o risco de quedas (Silva *et al.*, 2024). Nesse sentido, o SONOPREV pode ser utilizado como uma ferramenta eficaz na avaliação geriátrica, ao incluir a investigação da qualidade do sono e permitir a implementação de estratégias terapêuticas adequadas.

Diante disso, é fundamental que a avaliação geriátrica inclua a investigação da qualidade do sono, permitindo a implementação de estratégias terapêuticas adequadas, como a higiene do sono, a terapia cognitivo-comportamental para insônia (TCC-I) e, em casos específicos, o uso de dispositivos como a pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) para a apneia do sono. A adoção de tais medidas pode contribuir para a redução da incidência de quedas e, conseqüentemente, para a melhoria da qualidade de vida da população idosa. Portanto, o SONOPREV pode auxiliar profissionais de saúde na adoção dessas medidas, contribuindo para a prevenção de quedas e para a melhoria da qualidade de vida da população idosa.

REFERÊNCIAS

ABREU, D. R. de O. M. *et al.* Fall-related admission and mortality in older adults in Brazil: Trend analysis. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 23, n. 4, p. 1131–1141, 1º abr. 2018. DOI: 10.1590/1413-8123201

8234.09962016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29694573/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

BESNARD, S. *et al.* The balance of sleep: Role of the vestibular sensory system. **Sleep Med Rev.** v. 42, p. 220-228, 2018. DOI: 10.1016/j.smrv.2018.09.001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30293919/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

BUYSSE, D. J. *et al.* The Pittsburgh Sleep Quality Index: A New Instrument for Psychiatric Practice and Research. **Psychiatry Research**, v. 28, n. 2, p. 193-213, maio/1988. DOI: 10.1016/0165-1781(89)90047-4. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2748771/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

GHAVAMI, T. *et al.* Global Prevalence of Obstructive Sleep Apnea in the Elderly and Related Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis Study. **Journal of Perianesthesia Nursing**, v. 38, n. 6, p. 865–875, 1 dez. 2023. DOI: 10.1016/j.jopan.2023.01.018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37318436/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

GORENSTEIN, C.; ANDRADE, L. H. S. G.; ZUARDI, A. W. **Escalas de avaliação clínica em psiquiatria e psicofarmacologia**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000.

Horne JA, Östberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol.* 1976;4(2):97-110. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.med.upenn.edu/cbti/assets/user-content/documents/Morningness-Eveningness%20Questionnaire.pdf>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

IDALINO, S. C. C. *et al.* Association between sleep problems and functional disability in community-dwelling older adults. **BMC Geriatr.** v. 24, n. 1, p. 253, 2024. DOI: 10.1186/s12877-024-04822-8. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38481136/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

KUO, H. K. *et al.* Gender-specific association between self-reported sleep duration and falls in high-functioning older adults. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 65, n. 2, p. 190–196, 2010. DOI: 10.1093/gerona/glp143.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19793798/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

LIAO, H. *et al.* Correlation between Sleep Time, Sleep Quality, and Emotional and Cognitive Function in the Elderly. **BioMed Research International Hindawi Limited**, [S. n.], 2022. DOI: 10.1155/2023/9843104. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35607303/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

MENDOZA-MELÉNDEZ, M. *et al.* Prevalence of sleep disorders, daytime sleepiness and clinical symptomatology in older adults. **Revista Medica del Hospital General de Mexico**, v. 79, n. 3, p. 136–143, 1 jul. 2016. DOI: 10.1016/j.hgmx.2016.05.021. Disponível em: <https://www.elsevier.es/en-revista-revista-medica-del-hospital-general-325-articulo-prevalence-sleep-disorders-daytime-sleepiness-S0185106316300518>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

MILLIGAN, S. A.; CHESSON, A. L. Restless Legs Syndrome in the Older Adult Diagnosis and Management. **Drugs Aging**, v. 19, n. 10, p. 741-751, 2002. DOI: 10.2165/00002512-200219100-00003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12390051/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

NOH, J. W. *et al.* Association between sleep duration and injury from falling among older adults: A cross-sectional analysis of Korean community health survey data. **Yonsei Medical Journal**, v. 58, n. 6, p. 1222–1228, 1 nov. 2017. DOI: 10.3349/ymj.2017.58.6.1222. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29047248/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

PAILLARD, T. Detrimental effects of sleep deprivation on the regulatory mechanisms of postural balance: a comprehensive review. **Front Hum Neurosci**, v. 14, [S. n.], [S. p.], 2023. DOI: 10.3389/fnhum.2023.1146550. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370106115_Detrimental_effects_of_sleep_deprivation_on_the_regulatory_mechanisms_of_postural_balance_a_comprehensive_review#:~:text=Evidence%20suggests%20that%20postural%20balance,sleep%20deprivation%20on%20postural%20balance. Acesso em: 09 Abr. 2024.

PRADHAN, M. R.; SAIKIA, D. Prevalence and predictors of insomnia and its treatment-seeking among older adults in India. **Journal of Activity, Sedentary and Sleep Behaviors**, v. 3, n. 1, 1^o fev. 2024. DOI: 10.1186/s44167-024-00044-w. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40217394/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

RAMOS, M. P. Apoio social e saúde entre idosos. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 4, n. 7, p. 156-175, jan./jun., 2002. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.br/j/soc/a/VMH7xnfRKMg4qqSWt746CBQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09/04/2024.

REED, D. L.; SACCO, W. P. Measuring sleep efficiency: what should the denominator be? **Journal of Clinical Sleep Medicine American Academy of Sleep Medicine**, v. 12, n. 2, p. 263-266, 2016. DOI: 10.5664/jcsm.5498. Disponível em: [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26194727/#:~:text=An%20alternate%20denominator%2C%20duration%20of,%2F%20DSE%20\(%C3%97%20100\)](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26194727/#:~:text=An%20alternate%20denominator%2C%20duration%20of,%2F%20DSE%20(%C3%97%20100)). Acesso em: 09 Abr. 2024.

RIBEIRO, A. P. *et al.* A influência das quedas na qualidade de vida de idosos. **Ciência, Saúde Coletiva**, v. 13, n. 8, [s. p.], 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000400023>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/sfsHpx5kYYFSHfQLXnyNR8y/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

SILVA, A. A. G. DE O. *et al.* Neck circumference and 10-year cardiovascular risk at the baseline of the elsa-brasil study: Difference by sex. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 115, n. 5, p. 840-848, 1 nov. 2020. DOI: 10.36660/abc.20190289. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33295446/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

TAN, A. *et al.* Using the Berlin questionnaire to predict obstructive sleep apnea in the general population. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 13, n. 3, p. 427-432, 2017. DOI: 10.5664/jcsm.6496. em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27855742/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

TERMAN M; TERMAN JS. **Questionário de matutindade-vespertinidade Versão de Auto-Avaliação (MEQ-SA) 1**, [S. n.], 2005. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgl>

lefindmkaj/https://cet.org/wp-content/uploads/2018/01/MEQ-SA-PT.pdf?x41674. Acesso em: 09 Abr. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Good health adds life to years: Global brief for World Health Day 2012**, [S. n.], 2012. Disponível em: <https://policycommons.net/artifacts/466548/good-health-adds-life-to-years/>. Acesso em: 09 Abr. 2024.

USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO AUXÍLIO EM DIAGNÓSTICOS MÉDICOS

OLIVEIRA, Daniel Marques Santana¹; FONSECA, João Vitor Siqueira¹; PIMENTEL, Cristiane Agra²

¹ Estudante de engenharia de produção, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

² Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

E-mail: danielmarques@aluno.ufrb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia na área hospitalar tem sido crucial para a prevenção, o diagnóstico e o tratamento de várias doenças. Na era da Saúde 4.0, ferramentas como Inteligência Artificial (IA), Robótica, Internet das Coisas (IoT) e Computação em Nuvem estão sendo cada vez mais integradas aos ambientes hospitalares, proporcionando informações precisas e em tempo real que auxiliam nas decisões médicas. Um exemplo são os dispositivos médicos (DMs), incluindo os implantáveis, que estão impulsionando novos avanços na medicina e no cuidado da saúde. A aplicação de soluções de IA no diagnóstico médico, utilizando dados cotidianos de pacientes com DMs, representa um desafio atualmente explorado para melhorar ainda mais a assistência médica (Souza; Dias, 2024).

A Inteligência Artificial é um campo da ciência da computação que desenvolve sistemas capazes de realizar tarefas que, normalmente, requerem inteligência humana, como aprendizado, raciocínio e resolução de problemas. Uma das ferramentas de maior destaque dentre as IAs é o chamado *deep learning*, que

consiste na capacidade que uma máquina tem de adquirir aprendizado profundo, imitando a rede neural do cérebro (de Moraes; Branco, 2023).

De acordo com Abdelhalim *et al.* (2022), a IA é capaz de utilizar várias técnicas, como sistemas especialistas difusos e redes neurais artificiais, para ser aplicada na área da saúde. Sendo assim, a inteligência artificial na medicina apresenta um horizonte promissor, mas ainda enfrenta discussões sobre impactos, aplicações e limites, destacando que suas ferramentas devem ser vistas como um auxílio aos procedimentos existentes, e não como soluções perfeitas. Além disso, seus limites técnicos, jurídicos e regulamentares ainda precisam ser mais explorados. Com isso, a IA também impacta a educação médica, sendo fundamental que estudantes e cirurgiões em treinamento compreendam seus fundamentos e suas aplicabilidades durante a formação, usando a tecnologia em simuladores, permitindo o aperfeiçoamento das habilidades médicas em cenários virtuais, preparando os profissionais para o futuro da prática clínica (Telles; Alcântara, 2024).

O uso das IAs deve revolucionar a área da saúde, agilizando processos, aumentando a precisão diagnóstica e facilitando o ensino e aprendizado na área. Espera-se que ela reduza a carga de trabalho em exames, diminua o tempo de resposta em casos urgentes, acelere a interpretação de resultados e emissão de relatórios, além de oferecer prognósticos mais confiáveis. Desse modo, com a sua aplicação, a análise de imagens torna-se mais objetiva e reprodutível, contribuindo para uma medicina de precisão e uma abordagem multidisciplinar no cuidado do paciente. Assim, a tecnologia promete transformar significativamente a medicina moderna, aliando as boas práticas da saúde ao desenvolvimento tecnológico (Santos *et al.*, 2019).

Portanto, o presente estudo objetiva investigar e destacar as inteligências artificiais utilizadas na medicina para auxílio de diagnósticos médicos, além de evidenciar como estão desempenhando papel fundamental na saúde, analisando suas

aplicações em hospitais e quais tecnologias estão sendo aplicadas. Discutindo-se ainda os desafios e as oportunidades associadas ao seu uso na prática clínica.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O estudo tem caráter exploratório e descritivo, com variáveis qualitativas, utilizando como método a pesquisa bibliográfica, a qual permite uma abordagem quantitativa para a descrição, a avaliação e o monitoramento de pesquisas publicadas. Segundo McMahan e McFarland (2021), artigos de revisão acadêmica realizam um trabalho curatorial que transformam substancialmente as áreas de pesquisa emergentes que pretendem resumir.

O mapeamento dos artigos selecionados nesta pesquisa foi realizado utilizando o Google Acadêmico, aplicando um recorte temporal de 2 anos (2023-2025). A estratégia de busca foi utilizar palavras-chave (“Inteligência Artificial” e “avaliação clínica”) e foram consideradas submissões em revistas científicas e simpósios, publicados em português e inglês.

O estudo foi conduzido entre 13 a 25 de janeiro de 2025, visando apresentar como a inteligência artificial contribui na saúde e para um diagnóstico médico na área da saúde. Para a análise qualitativa dos artigos, foi utilizado o “*Chat PDF*”, ferramenta de inteligência artificial de fácil compreensão, que descreve conteúdos abordados nos trabalhos científicos, e como critério de elegibilidade, foram excluídos todos os artigos que não apresentassem estudos sobre o uso de inteligências artificiais como apoio em análises clínicas, bem como dissertações de graduação, mestrado e doutorado.

2.2 Resultados e discussões

2.2.1 IAs utilizadas nos estudos

A partir da análise dos estudos selecionados, a tabela 1 foi organizada com informações de cada estudo. Portanto, foram estruturados em informações relevantes como: Título do estudo (em português), autor principal, ano de publicação e IA utilizada.

Tabela 1 – Descrição dos trabalhos e as IAs utilizadas

Título	Autor principal	Ano	IA utilizada
Inteligência artificial e diagnóstico do glaucoma	Clerimar Paulo Bragança	2023	Redes neurais convolucionais (CNN) e adversárias generativas (GANs)
Os modelos HARM: Predição da agressão física longitudinal em pacientes com esquizofrenia	Devon Watts	2023	e-HARM models
Aplicando aprendizado de máquina: Métodos para ativar automático personalização de artroplastia de joelho implantes de dados tomográficos	Thomas A. Burge	2023	Redes neurais convolucionais (CNNs)
Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo e Deformação Longitudinal Global em	Cotella, JI, Slivnick,	2023	EchoGo Core 2.0

Amiloidose Cardíaca Baseada em Inteligência Artificial			
Deep Learning para diagnóstico de câncer baseado em imagem médica	Xiaoyan Jiang	2023	Redes Neurais Convolucionais (CNN), Recorrentes (RNN), Autoencoder (AE) e Aprendizado Extremo (ELM)
Sensores médicos baseados em inteligência artificial para cuidados na saúde	Mingrui Chen	2023	Machine Learning e CCNs
Estudo de caso de artificial de última geração Inteligência baseada em diagnóstico por imagem médica em computação em nuvem	Jiang WU	2024	Cloud Computing
Transformando o diagnóstico odontológico com inteligência artificial: Integração avançada de ChatGPT e linguagem grande Modelos para atendimento ao paciente	Masoumeh Farhadi Nia	2025	ChatGPT

Fonte: Autoria própria (2025).

A partir dos resultados, é perceptível compreender que há um grande interesse por parte dos autores em desenvolver modelos que auxiliem na análise dos resultados de exames, a fim de ajudar no diagnóstico dos pacientes. Por isso, as redes neurais são tão utilizadas, assim como os modelos de *Machine Learning* (aprendizado de máquina). Dos Santos *et al.* (2025) destacam que, apesar da complexidade do treinamento e da necessidade de grandes volumes de dados, as CNNs (redes neurais convolucionais) oferecem um desempenho satisfatório e são capazes de lidar efetivamente com diferentes tipos de desfoque nas imagens.

Sendo assim, as CNNs são um tipo de rede projetada especificamente para processar dados que têm estrutura em grade, como imagens. Elas funcionam através de várias camadas, que realizam operações de convolução para extrair características relevantes das imagens. Dessa forma, são treinadas usando grandes conjuntos de dados rotulados, ajustando os pesos dos filtros através de algoritmos de aprendizado para minimizar o erro nas previsões. Elas também são utilizadas em sistemas de monitoramento de pacientes, nos quais podem analisar variáveis visuais, como a avaliação de lesões ou feridas em tempo real (Cristófaló *et al.*, 2023).

Outra ferramenta de IA utilizada foi a *Cloud Computing*, ou computação em nuvem. A computação em nuvem refere-se à entrega de serviços de computação, como armazenamento, processamento e *softwares*, através da internet, armazenando os dados em uma rede *online*, chamada de “nuvem”, permitindo que os usuários acessem recursos e informações sem a necessidade de infraestrutura física local. Na área da saúde, tal tecnologia é utilizada para facilitar o armazenamento de grandes volumes de dados de pacientes de forma segura e acessível, como, por exemplo, para registros médicos eletrônicos (EMR). Além disso, ferramentas de análise em nuvem podem analisar grandes conjuntos de dados de pacientes para identificar padrões, gerando melhores práticas de atendimento e tratamentos personalizados (Andrade, 2024).

2.2.1 Finalidade das IAs em suas aplicações

Complementando a tabela 1, a tabela 2 descreve a finalidade do uso das IAs mencionadas, destacando a análise clínica na sua aplicação.

Tabela 2 – Finalidade nos usos das IAs aplicadas

Título	Autor principal	Ano	Finalidade da IA
Inteligência artificial e diagnóstico do glaucoma	Clerimar Paulo Bragança	2023	Classificação do glaucoma a partir de imagens digitais do fundo do olho.
Os modelos HARM: Predição da agressão física longitudinal em pacientes com esquizofrenia	Devon Watts	2023	Prever a agressão física longitudinal em pacientes com esquizofrenia.
Aplicando aprendizado de máquina: Métodos para ativar automático personalização de artroplastia de joelho implantes de dados tomográficos	Thomas A. Burge	2023	Automatizar a segmentação de varreduras de tomografia computadorizada (CT).
Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo e Deformação Longitudinal Global em Amiloidose Cardíaca Baseada	Cotella, JJ, Slivnick,	2023	Quantificação automática de métricas ecocardiográficas comuns da função ventricular esquerda.

em Inteligência Artificial			
Deep Learning para diagnóstico de câncer baseado em imagem médica	Xiaoyan Jiang	2023	Auxílio no diagnóstico de câncer baseado em imagens médicas.
Sensores médicos baseados em inteligência artificial para cuidados na saúde	Mingrui Chen	2023	IAs como sistemas de suporte à decisão clínica (CDSS), auxiliando médicos na interpretação de dados complexos e na formulação de diagnósticos e planos de tratamento mais bem informados. Isso visa aumentar a qualidade do atendimento e a satisfação dos pacientes.
Estudo de caso de artificial de última geração Inteligência baseada em diagnóstico por imagem médica em computação em nuvem	Jiang WU	2024	IA aplicada a imagens de tomografia computadorizada (CT) para prever moléculas genéticas de forma não invasiva, avaliar a eficácia do tratamento e prever o prognóstico de sobrevivência em pacientes com câncer de pulmão.

Fonte: Autoria própria (2025).

Observando as finalidades, percebe-se que a IA processa os dados do dispositivo, fornecendo informações cruciais para a avaliação médica e a resolução rápida de problemas. Na prática médica, a tecnologia auxilia os médicos a planejarem tratamentos mais eficazes, fornecendo dados abrangentes para tomadas de decisão (Lazangorta-Ortega; Carrillo-Pérez; Carrillo-Esper, 2022). No entanto, é importante ressaltar que essas tecnologias complementam, e não substituem, o papel do médico, facilitando

melhores decisões e fortalecendo a relação médico-paciente. Como observado por Garcia e Maciel (2020), a IA continuará a desempenhar um papel crucial na medicina, avançando constantemente para o futuro.

Dessa forma, é evidente que o trabalho da equipe médica, atrelado à inteligência artificial, é benéfico para a prestação de serviços de cuidados à saúde. Em relação às organizações de maior impacto nas pesquisas, percebeu-se a predominância dos chineses na publicação dos trabalhos. Segundo Humme (2021), para o *Jornal Saúde Business*, a China já é referência no uso de tecnologias de inteligência artificial na saúde, justamente por ter desenvolvido uma plataforma de suporte clínico baseado em IA visando dar suporte clínico e treinamentos a vários médicos no país, auxiliar tarefas médicas diárias e desenvolver aprendizado de máquina para ajudar em diagnósticos médicos (Humme, 2021).

Entretanto, a ética e a proteção de dados é uma preocupação comum dentre os estudos sobre uso de IAs, principalmente quando há uma rede neural. Figueiredo *et al.* (2025) reforçam que um dos pontos a serem abordados durante o desenvolvimento e o aprimoramento de novas tecnologias na área da saúde é entender como os dados estão guardados e onde serão armazenados após serem usados, especialmente quando se trata de armazenamento em nuvem.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo, observou-se a tendência de evolução no que diz respeito às pesquisas que abordam o uso de inteligência artificial para auxiliar médicos em análises clínicas e tomadas de decisões diagnósticas, dentro de várias áreas, como oftalmologia, psiquiatria, ortopedia, cardiologia e oncologia.

Por meio da pesquisa bibliográfica, com auxílio do Google Acadêmico, foi possível encontrar trabalhos sobre o tema, observando as IAs mais utilizadas e como elas auxiliam no diagnóstico. Além disso, foi possível diferenciar o uso de cada uma

por especialidade e funcionalidade. Portanto, o objetivo da presente pesquisa foi alcançado.

Este estudo reforça a relevância de continuar pesquisando e criando aplicações da IA na medicina, ao mesmo tempo em que se procuram soluções para os problemas e as preocupações que surgem ao seu uso através da cooperação entre profissionais de saúde, pesquisadores e especialistas. É possível aproveitar todo o potencial da IA para melhorar a qualidade dos cuidados de saúde, aumentar o acesso à saúde e proporcionar um futuro mais tranquilo para todos.

A análise realizada destaca o uso de técnicas como redes neurais convolucionais, modelos de aprendizado de máquina e sistemas de processamento de imagem. Além disso, demonstra a versatilidade e o potencial da IA para melhorar a precisão diagnóstica, acelerar o processo de interpretação de exames e dar suporte aos profissionais de saúde na tomada de decisões. Embora vários autores ainda se preocupem com a segurança dos dados e a forma como são armazenados.

Por fim, a presente pesquisa demonstra sua relevância, uma vez que, através do método utilizado, é possível realizar um mapeamento de campo, o qual é de grande valia para o desbravamento deste, servindo de apoio para estudos mais aprofundados.

REFERÊNCIAS

ABDELHAIM, H. *et al.* Artificial intelligence, healthcare, clinical genomics, and pharmacogenomics approaches in precision medicine. **Frontiers in genetics**, v. 13, p. 929736, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.929736>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/genetics/articles/10.3389/fgene.2022.929736/full>. Acesso em: 11 fev. 2025.

ANDRADE, A. V. de *et al.* Como as Novas Tecnologias em Nuvem estão Transformando a Área da Saúde. **ID on line. Revista de**

psicologia, v. 18, n. 73, p. 202-215, 2024. DOI: <https://doi.org/10.14295/idonline.v18i73.4073>. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/4073>. Acesso em: 11 fev. 2025.

CRISTÓFALO, M. *et al.* Inteligência artificial, noções básicas para os profissionais de saúde: Artificial intelligence: basics for healthcare professionals. **Arquivos Médicos dos Hospitais e da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo**, São Paulo, v. 68, p. 1-5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26432/1809-3019.2023.68.013>. Disponível em: <https://arquivosmedicos.fcmsantacasasp.edu.br/index.php/AMSCSP/article/view/894>. Acesso em: 11 fev. 2025.

MORAIS, F. de; BRANCO, V.. A Inteligência Artificial: conceitos, aplicações e controvérsias. *In: Simpósio internacional de ciências integradas da UNAERP*, 20, 2023, Guarujá, São Paulo. Acesso em: 11 fev. 2025.

FIGUEIREDO, F. *et al.* IMPACTO DA IA NA PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA: UMA REVISÃO SISTEMATIZADA. **REVISTA FOCO**, v. 18, n. 1, p. e7398-e7398, 2025. DOI: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v18n1-015>. Disponível em: <https://ojs.Focopublicacoes.com.br/foco/article/view/7398>. Acesso em: 11 fev. 2025.

GARCIA, M.;MACIEL, N. Inteligência artificial no acesso a saúde: Reflexões sobre a utilização da telemedicina em tempos de pandemia. **Revista Eletrônica Direito e Política**, v. 15, n. 2, p. 623-643, 2020. DOI: [10.14210/rdp.v15n2.p623-643](https://doi.org/10.14210/rdp.v15n2.p623-643). Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/rdp/article/view/16866>. Acesso em: 11 fev. 2025.

HUMME, G. China já tem a maior “Plataforma (IA) de Suporte Clínico” do mundo. **Saúde Business by informa markets**. 28 mai. 2021. A força da Inteligência Artificial no ecossistema chinês de saúde. Disponível em: <https://www.saudebusiness.com/artigos/china-j-tem-maior-plataforma-ia-de-suporte-clnico-do-mundo/>. Acesso em: 08 fev. 2025.

LAZANGORTA-ORTEGA, D.;CARRILLO-PÉREZ, D.; CARRILLO-ESPER, R. Inteligencia artificial en medicina: presente y futuro. **Gaceta médica de México**, v. 158, p. 17-21, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.24875/gmm.m22000688>. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132022001100017. Acesso em: 11 fev. 2025

MCMAHAN, P.;MCFARLAND, D. A. Creative Destruction: The Structural Consequences of Scientific Curation. **Am Sociol Review**, v.2, p. 341-376, 2021. DOI: 10.1177/0003122421996323. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350169725_Creative_Destruction_The_Structural_Consequences_of_Scientific_Curation. Acesso em: 11 fev. 2025.

SANTOS, M. *et al.* Inteligência artificial, aprendizado de máquina, diagnóstico auxiliado por computador e radiômica: avanços da imagem rumo à medicina de precisão. **Radiologia brasileira**, v. 52, p. 387-396, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2019.0049>. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.scielo.br/j/rb/a/9yX6w83KDDT33m6G9ddCqBn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 fev. 2025.

SANTOS, A dos. Análise comparativa entre redes neurais convolucionais e o ChatGPT-4 em termos de desempenho, custo e tempo de processamento na classificação de imagens. **Revista Principia**, v. 62, 2025. DOI: 10.18265/2447-9187a2025id8688. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/8688>. Acesso em: 11 fev. 2025.

SOUZA, I. M.;DIAS, J. C. O papel da informação e da inteligência artificial no diagnóstico com dispositivos médicos. **Revista Processando o Saber**, v. 16, n. 01, 73-90, 4 jun. 2024. DOI: 10.5281/zenodo.14226152. Disponível em: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/343>. Acesso em: 11 fev. 2025.

TELLES, V. de J.;ALCÂNTARA, M. S. Impacts and challenges of Artificial Intelligence in Medicine: An updated literature review. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 12, p. e215131247962, 2024. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i12.47962>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/47962>. Acesso em: 11 fev. 2025.

3^o ENEIS

ENCONTRO NACIONAL DE EMPREENDEDORISMO
E INOVAÇÃO EM SAÚDE

Parceiros:



Patrocínio:



Apoio:



Apoio na publicação:



Realização:



BAHIANA
ESCOLA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA

