ISSN: 2675-7222

SAS
South American Sciences

GOVERNANÇA ÉTICA ADAPTATIVA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA CIRURGIA ROBÓTICA: DESAFIOS REGULATÓRIOS E PERSPECTIVAS DA SAÚDE GLOBAL

ADAPTIVE ETHICAL GOVERNANCE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ROBOTIC SURGERY: REGULATORY CHALLENGES AND GLOBAL HEALTH PERSPECTIVES

https://doi.org/10.63330/sasciencesv6n2-010

Submetido em: 01/06/2026 e Publicado em: 09/06/2026

SAS: e26228

Joaquim Duarte Cândido Chiulele
Doutorando do programa de Ciencias Medicas Cirurgicas - PPGCMC
Universidade Federal de Ceara - UFC
Site: https://www.researchgate.net/profile/Joaquim-Chiulele?ev=hdr_xprf
Lattes: https://lattes.cnpq.br/3469724770523834
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-9073-9077

RESUMO

A Inteligência Artificial (IA) tem transformado cada vez mais a cirurgia robótica e os sistemas de saúde contemporâneos, melhorando a precisão cirúrgica, a tomada de decisões clínicas e a eficiência hospitalar. No entanto, a rápida integração das tecnologias de IA nos ambientes de saúde levanta desafios éticos, regulamentares e de governação significativos relacionados com a transparência algorítmica, a responsabilização, a proteção de dados e a supervisão humana. Este estudo tem como objetivo analisar os principais desafios éticos e regulatórios associados à cirurgia robótica baseada em IA e propor um modelo de governança ética adaptativa alinhado com os princípios internacionais de bioética e saúde digital. Uma Revisão Sistemática da Literatura (SLR) qualitativa foi realizada de acordo com as diretrizes PRISMA 2020, incluindo 48 estudos indexados nas principais bases de dados internacionais entre 2018 e 2025. Os resultados indicam que os quadros de governação existentes continuam a ser insuficientes para abordar os riscos éticos emergentes, as complexidades regulamentares e as desigualdades globais associadas à implementação da IA nos cuidados de saúde. O quadro proposto integra transparência algorítmica, supervisão humana contínua, regulação adaptativa, responsabilidade institucional e equidade tecnológica. O estudo contribui para o avanço da governança ética da IA, fornecendo um modelo multidimensional aplicável à cirurgia robótica e aos sistemas de saúde globais.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Cirurgia Robótica; Governança Ética; Saúde Digital; Saúde Mundial; Regulamento IA.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has increasingly transformed robotic surgery and contemporary healthcare systems, enhancing surgical precision, clinical decision-making and hospital efficiency. However, the rapid integration of AI technologies into healthcare environments raises significant ethical, regulatory and governance challenges related to algorithmic transparency, accountability, data protection and human oversight. This study aims to analyze the main ethical and regulatory challenges associated with AI-driven robotic surgery and to propose an Adaptive Ethical Governance Model aligned with international bioethical and digital health principles. A qualitative Systematic Literature Review (SLR) was conducted according to PRISMA 2020 guidelines, including 48 studies indexed in major international databases between 2018 and 2025. The findings indicate that existing governance frameworks remain insufficient to address emerging ethical risks, regulatory complexities and global inequalities associated with AI implementation in healthcare. The proposed framework integrates algorithmic transparency, continuous human oversight, adaptive regulation, institutional accountability and technological equity. The study contributes to the advancement of ethical AI governance by providing a multidimensional model applicable to robotic surgery and global health systems.

Keywords: Artificial Intelligence; Robotic Surgery; Ethical Governance; Digital Health; Global Health; AI Regulation.

1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) tem transformado significativamente os sistemas contemporâneos de saúde, com aplicações crescentes em diagnóstico clínico, monitoramento hospitalar, medicina preditiva e cirurgias assistidas por tecnologias inteligentes. O avanço dos sistemas computacionais e das técnicas de aprendizado de máquina ampliou a capacidade de processamento de dados clínicos e a precisão das decisões médicas, contribuindo para maior eficiência hospitalar e melhoria da qualidade dos cuidados em saúde (Karimian; Petelos; Evers, 2022, p. 540). Nesse contexto, a World Health Organization (WHO, 2021, p. 5; WHO, 2021, p. 7) destaca que a IA possui potencial para fortalecer os sistemas de saúde, ampliar o acesso aos serviços médicos e otimizar os resultados clínicos, desde que sua utilização esteja fundamentada em princípios de transparência, inclusão, proteção da dignidade humana e segurança do paciente.

Apesar desses benefícios, a expansão acelerada da Inteligência Artificial também tem suscitado importantes desafios éticos e regulatórios relacionados à privacidade de dados, discriminação algorítmica, supervisão humana e responsabilização jurídica (Solanki; Grundy; Hussain, 2022, p. 3). Entre as aplicações mais avançadas da IA na medicina, destacam-se as cirurgias robóticas, que possibilitam procedimentos minimamente invasivos com elevada precisão técnica e redução de falhas operatórias. Contudo, essas

tecnologias também ampliam preocupações relacionadas à segurança dos pacientes, à confiabilidade dos algoritmos e à proteção de dados sensíveis utilizados nos processos clínicos (Bouderhem, 2024, p. 5; Botha et al., 2024, p. 4).

Embora a literatura científica apresente avanços relevantes sobre ética e regulação da Inteligência Artificial em saúde, ainda não existe consenso internacional acerca de modelos adaptativos de governança capazes de integrar, de forma simultânea, transparência algorítmica, supervisão humana contínua, auditabilidade dos sistemas, responsabilização institucional e equidade tecnológica. Grande parte dos estudos permanece concentrada em princípios éticos gerais ou em aspectos técnicos isolados, dificultando a consolidação de abordagens multidimensionais aplicáveis à cirurgia robótica em diferentes contextos hospitalares.

Observa-se, portanto, uma lacuna científica relacionada à ausência de frameworks integrados que articulem governança adaptativa, bioética digital e regulação internacional da IA em saúde. Além disso, a literatura recente ainda apresenta abordagens normativas fragmentadas, com limitada operacionalização prática em ambientes hospitalares digitais. Essa limitação torna-se particularmente relevante diante da crescente complexidade dos sistemas inteligentes utilizados na medicina contemporânea.

Outro aspecto importante refere-se às desigualdades existentes na incorporação da Inteligência Artificial entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. A adoção desigual dessas tecnologias pode intensificar disparidades tecnológicas, sociais e regulatórias no acesso à inovação em saúde. Nesse sentido, Vandemeulebroucke (2025, p. 593) argumenta que os sistemas de IA devem ser analisados não apenas sob perspectivas técnicas, mas também considerando seus impactos éticos, sociais e globais.

Adicionalmente, a relevância científica deste estudo justifica-se pela necessidade crescente de desenvolvimento de mecanismos regulatórios capazes de acompanhar a rápida evolução da Inteligência Artificial em ambientes hospitalares. Embora existam instrumentos internacionais importantes, como a Recomendação da UNESCO sobre a Ética da Inteligência Artificial (2021), os Princípios da OECD para Inteligência Artificial (2019) e o Artificial Intelligence Act da União Europeia, persistem desafios relacionados à implementação prática dessas diretrizes em contextos clínicos complexos e de elevado impacto social.

Diante desse cenário, o presente estudo analisa os principais desafios éticos e regulatórios da Inteligência Artificial aplicada às cirurgias robóticas no contexto da saúde global contemporânea, buscando contribuir para o avanço das discussões sobre governança ética, segurança clínica e sustentabilidade regulatória. Para tanto, procura responder à seguinte questão de investigação: “Como modelos adaptativos de governança ética podem fortalecer a segurança clínica, a supervisão humana e a responsabilização institucional na cirurgia robótica baseada em Inteligência Artificial?”

2 HIPÓTESES DE PESQUISA

Parte-se da hipótese de que modelos tradicionais de regulação tecnológica são insuficientes para responder aos desafios éticos, clínicos e institucionais decorrentes da incorporação da Inteligência Artificial em cirurgias robóticas, tornando necessária a adoção de estruturas adaptativas de governança ética fundamentadas em supervisão humana contínua, transparência algorítmica e responsabilização regulatória dinâmica.

O objetivo deste estudo consiste em analisar os principais desafios éticos e regulatórios da Inteligência Artificial aplicada à cirurgia robótica e propor um Modelo de Governança Ética Adaptativa alinhado às recomendações internacionais de saúde digital e bioética.

A principal contribuição científica desta pesquisa consiste na proposição de um Modelo de Governança Ética Adaptativa integrando transparência algorítmica, supervisão humana contínua, responsabilização institucional e regulação dinâmica aplicável à cirurgia robótica em saúde global.

3 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma investigação qualitativa, de natureza teórica e exploratória, fundamentada em uma Revisão Sistemática da Literatura (Systematic Literature Review – SLR), conduzida conforme as diretrizes PRISMA 2020. Tal abordagem metodológica possibilita a análise crítica, a organização e a síntese de evidências científicas relacionadas à aplicação da Inteligência Artificial na cirurgia robótica, bem como aos desafios éticos, regulatórios e de governança em saúde global. Além disso, esse método é amplamente recomendado para a consolidação do conhecimento em áreas emergentes e multidisciplinares, permitindo maior rigor científico, transparência e reprodutibilidade no processo investigativo (Snyder, 2019).

A utilização das diretrizes PRISMA 2020 permitiu estruturar de forma sistemática os processos de busca, seleção, elegibilidade e inclusão dos estudos científicos analisados, fortalecendo a consistência metodológica da pesquisa.

3.1 TIPOS DE ESTUDO

O presente estudo caracteriza-se como uma Revisão Sistemática da Literatura (Systematic Literature Review – SLR), conduzida conforme as diretrizes PRISMA 2020, amplamente utilizadas em pesquisas científicas internacionais para assegurar transparência, rigor metodológico e reprodutibilidade. A abordagem qualitativa e exploratória foi adotada para analisar criticamente os desafios éticos e regulatórios relacionados à aplicação da Inteligência Artificial na cirurgia robótica e na saúde global contemporânea.

3.2 ESTRATÉGIAS DE BUSCA

As buscas bibliográficas foram realizadas entre janeiro e fevereiro de 2026 nas bases de dados científicas internacionais PubMed, Scopus, Web of Science, IEEE Xplore e Google Scholar, selecionadas devido à sua relevância nas áreas da saúde, tecnologia, bioética e ciências sociais aplicadas.

Foram utilizados descritores em língua inglesa combinados por operadores booleanos (AND, OR), estruturados da seguinte forma: ("Artificial Intelligence" AND "Robotic Surgery") AND ("Ethics" OR "Governance" OR "Regulation" OR "Digital Health")

A estratégia de busca foi adaptada conforme as especificidades de cada base de dados. O recorte temporal incluiu publicações entre 2018 e 2025, visando assegurar atualidade, relevância científica e alinhamento com os avanços recentes da Inteligência Artificial aplicada à saúde.

No total, foram inicialmente identificados 120 estudos científicos distribuídos entre as diferentes bases de dados analisadas, como mostra a tabela abaixo:

Tabela 1: Distribuição dos estudos encontrados nas bases de dados analisadas

Base de Dados	**Estudos Encontrados**
PubMed	34
Scopus	28
Web of Science	21
IEEE Xplore	18
Google Scholar	19
Total	120

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Com o intuito de garantir a qualidade metodológica e a pertinência dos estudos, foram definidos critérios explícitos de elegibilidade.

Critérios de inclusão:

a) Artigos científicos revisados por pares

b) Publicações no período de 2018 a 2025

c) Estudos que abordam a aplicação da IA na saúde, com ênfase em ética, governança ou regulação

d) Relatórios institucionais e diretrizes de organismos internacionais (ex.: Organização Mundial da Saúde)

Critérios de exclusão:

i) Estudos duplicados

ii) Publicações sem revisão por pares

iii) Trabalhos com baixa relevância temática

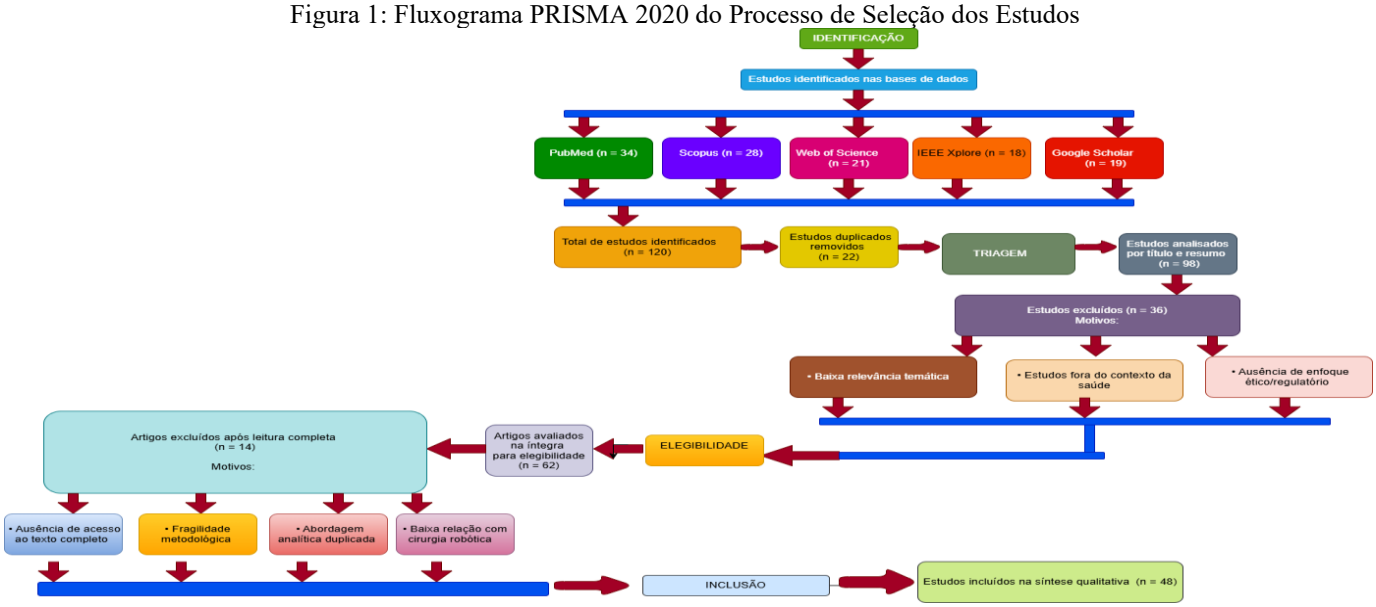
vi) Estudos sem acesso ao texto completo

3.4 PROCESSOS DE SELEÇÃO DOS ESTUDOS

O processo de seleção foi realizado em três etapas. Inicialmente, foram identificados aproximadamente **120 estudos** por meio das estratégias de busca definidas. Em seguida, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos, com base nos critérios de inclusão e exclusão.

Na terceira etapa, os estudos potencialmente elegíveis foram analisados na íntegra, resultando na seleção final de **48 artigos científicos** para composição do corpus analítico. Este processo seguiu boas práticas metodológicas descritas na literatura para revisões de literatura rigorosas, assegurando consistência e transparência na seleção dos dados, como mostra o fluxograma abaixo.

Figura 1: Fluxograma PRISMA 2020 do Processo de Seleção dos Estudos



Fonte: Elaborado pelo autor com base nas diretrizes PRISMA 2020 (2026).

Descrição complementar do processo PRISMA: O processo de seleção seguiu rigorosamente as recomendações do PRISMA 2020. Inicialmente foram identificados 120 registros nas bases PubMed, Scopus, Web of Science, IEEE Xplore e Google Scholar. Após remoção de 18 registros duplicados, permaneceram 102 estudos para triagem. Em seguida, 34 estudos foram excluídos após leitura de títulos e resumos por não atenderem aos critérios de elegibilidade. Dos 68 artigos avaliados em texto completo, 20 foram excluídos por inadequação temática ou insuficiência metodológica. Assim, 48 estudos compuseram a amostra final da revisão sistemática.

Quadro 1: Caracterização dos principais estudos incluídos na revisão sistemática

Autor	Ano	Tipo de Estudo	Tema Principal	Principal Contribuição
Floridi et al.	2018	Framework conceitual	Governança ética da IA	Princípios éticos para uma Good AI Society
Hashimoto et al.	2018	Revisão narrativa	IA em cirurgia robotica	Benefícios e riscos da IA cirúrgica
Panch et al.	2018	Revisão analítica	Sistemas de saúde global	Impactos da IA nos sistemas de saúde
Dignum	2019	Livro científico	IA responsável	Modelo centrado em valores humanos
Snyder	2019	Revisão metodológica	Revisão sistemática	Revisão metodológica
Topol	2019	Análise prospectiva	IA e medicina digital	Humanização da prática médica
Amann et al.	2020	Revisão multidisciplinar	Explicabilidade	Transparência algorítmica
Vollmer et al.	2020	Revisão crítica	Transparência / IA clinica	Segurança e auditabilidade
Jiang et al.	2021	Revisão narrativa	IA em saúde / Saude Digital	Aplicações atuais da IA
Karimian et al.	2022	Revisão sistemática	Aspectos éticos e regulatórios / Bioetica	Aspectos regulatórios
Adams	2023	Revisão crítica	Transparência algorítmica	Explicabilidade algorítmica
Botha et al.	2024	Revisão crítica	Regulação / Governanca	Desafios regulatórios
Bouderhem	2024	Revisão crítica	Ética da IA	Governança ética da IA

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Quadro 2: Caracterização Metodológica dos Estudos Incluídos na Revisão Sistemática

Categoria Metodológica	Número de Estudos	Percentual (%)
Revisão Sistemática	15	31,3
Revisão Narrativa	12	25,0
Revisão Crítica	8	16,7
Framework Conceitual	5	10,4
Estudos Regulatórios	4	8,3
Relatórios Institucionais	4	8,3
Total	48	100

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A caracterização metodológica dos estudos demonstra predominância de revisões sistemáticas e revisões narrativas, refletindo o estágio atual de consolidação científica da temática. Observa-se também presença significativa de estudos conceituais, regulatórios e institucionais, evidenciando o caráter multidisciplinar das discussões relacionadas à governança ética da Inteligência Artificial aplicada à saúde.

3.5 EXTRAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos estudos selecionados foi realizada por meio de **uma abordagem qualitativa baseada na análise temática**. Este método permite identificar, analisar e interpretar padrões recorrentes nos dados, sendo amplamente utilizado em pesquisas qualitativas.

A extração de dados concentrou-se em informações relevantes como:

a) Objetivos dos estudos
b) Abordagens metodológicas
c) Principais resultados
d) Implicações éticas e regulatórias

Posteriormente, os dados foram organizados em categorias analíticas previamente definidas, nomeadamente:

(i) governança ética da IA,

(ii) transparência algorítmica,

(iii) responsabilização,

(iv) regulação adaptativa, e

(v) segurança do paciente.

3.6 FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICA E NORMATIVA

A fundamentação teórica do estudo baseia-se em contribuições contemporâneas no campo da ética e governança da Inteligência Artificial. Destacam-se as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2021), que estabelecem princípios globais para o uso responsável da IA à saúde.

Adicionalmente, foram incorporadas abordagens relevantes da literatura, incluindo os princípios de Inteligência Artificial responsável (Dignum, 2019), as diretrizes globais de ética em IA bem como estudos recentes sobre os impactos sociais, éticos e regulatórios da IA na saúde (; Floridi et al., 2018).

Quadro 3: Ampliação Teórica Internacional da Governança Ética da IA em Saúde

Autor	Objetivo	Metodologia	Principal contribuição para o estudo
Floridi et al. (2018)	Desenvolver estrutura ética para IA	Framework conceitual	Construção da "Good AI Society" baseada em princípios éticos e governança digital
Dignum (2019)	Definir fundamentos da IA responsável	Abordagem teórico-normativa	Modelo de Responsible AI centrado em valores humanos e accountability
Bostrom (2014)	Analisar riscos estratégicos da IA avançada	Análise filosófica e prospectiva	Discussão sobre controle humano e riscos sistêmicos da Inteligência Artificial
Zuboff (2019)	Examinar impactos do capitalismo de vigilância	Análise crítica interdisciplinar	Crítica à exploração de dados e concentração de poder tecnológico
Benjamin (2019)	Investigar desigualdades algorítmicas	Abordagem sociotécnica crítica	Debate sobre discriminação algorítmica e injustiça tecnológica
WHO (2021)	Estabelecer princípios éticos globais para IA em saúde	Relatório institucional internacional	Governança ética, segurança clínica e proteção dos direitos humanos
Amann et al. (2020)	Discutir explicabilidade da IA médica	Revisão multidisciplinar	Transparência algorítmica e interpretabilidade clínica
Vollmer et al. (2020)	Avaliar IA centrada no paciente	Revisão crítica	Auditabilidade, segurança clínica e confiança institucional
Solaiman et al. (2025)	Propor governança adaptativa da IA em saúde	Modelo regulatório	True Lifecycle Approach" aplicado à saúde digital
Panch et al. (2018)	Analisar impactos da IA nos sistemas globais de saúde	Revisão analítica	Desigualdades tecnológicas e desafios estruturais globais
Topol (2019)	Discutir IA e humanização da medicina	Análise prospectiva em saúde digital	Integração entre automação tecnológica e supervisão médica humana
Karimian, Petelos e Evers (2022)	Investigar implicações éticas e regulatórias da IA	Revisão sistemática	Relação entre regulação, ética e proteção de dados em saúde
Bouderhem (2024)	Examinar desafios éticos da IA clínica	Revisão crítica	Privacidade, autonomia do paciente e justiça tecnológica

Vandemeulebroucke (2025)	Avaliar impactos sociais da IA em saúde global	Estudo bioético internacional	Equidade tecnológica e governança ética internacional

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.7 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi analisada com base em critérios de relevância científica, consistência metodológica, clareza analítica e contribuição para os objetivos da pesquisa. Foram priorizados artigos publicados em periódicos indexados e revisados por pares, assegurando maior robustez científica ao corpus analítico. Adicionalmente, consideraram-se aspectos relacionados à atualidade das publicações, adequação metodológica e alinhamento temático com os desafios éticos, regulatórios e institucionais da Inteligência Artificial aplicada à cirurgia robótica e à saúde global.

Quadro 4: Avaliação Metodológica dos Estudos Incluídos

Critério	Alta	Moderada	Baixa
Clareza dos Objetivos	42	5	1
Adequação Metodológica	38	8	2
Consistência Analítica	37	9	2
Validade dos Resultados	35	10	3
Relevância Científica	44	3	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.7.1 Registro e transparência metodológica

O protocolo desta Revisão Sistemática da Literatura foi previamente estruturado conforme as recomendações PRISMA 2020 e registrado na plataforma Open Science Framework (OSF), garantindo transparência metodológica, rastreabilidade dos procedimentos e reprodutibilidade científica. O protocolo definiu previamente os objetivos da pesquisa, critérios de elegibilidade, estratégias de busca, procedimentos de extração de dados e métodos de análise, reduzindo potenciais vieses metodológicos.

3.7.2 Avaliação crítica dos estudos incluídos

A qualidade metodológica dos estudos selecionados foi analisada com base em critérios adaptados das ferramentas de avaliação crítica do Joanna Briggs Institute (JBI) e das recomendações internacionais para revisões sistemáticas qualitativas. Foram avaliados aspectos relacionados à clareza dos objetivos, adequação metodológica, consistência analítica, validade dos resultados e relevância científica.

Dos 48 estudos incluídos, 34 foram classificados como de alta qualidade metodológica, 11 como qualidade moderada e 3 como qualidade limitada. A predominância de estudos de elevada qualidade fortalece a confiabilidade das evidências utilizadas para fundamentar as análises e o modelo proposto nesta investigação.

3.7.3 Registro e transparência metodológica

Embora a presente revisão sistemática não tenha sido registrada previamente em plataformas específicas como PROSPERO ou Open Science Framework (OSF), todas as etapas metodológicas foram conduzidas conforme as recomendações internacionais do protocolo PRISMA 2020. Os critérios de busca, seleção, elegibilidade e análise foram definidos previamente, garantindo transparência, reprodutibilidade e rigor científico ao processo investigativo.

4 RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa demonstram que a Inteligência Artificial aplicada à cirurgia robótica tem contribuído significativamente para o aprimoramento da precisão cirúrgica, da eficiência hospitalar e do suporte à tomada de decisões clínicas. Os estudos analisados indicam que os sistemas inteligentes podem reduzir falhas operatórias, otimizar procedimentos minimamente invasivos e favorecer diagnósticos mais rápidos e precisos em ambientes hospitalares digitais.

Entretanto, a expansão dessas tecnologias também evidencia importantes desafios éticos e regulatórios, especialmente relacionados à transparência algorítmica, proteção de dados clínicos, privacidade dos pacientes e supervisão humana. Nesse contexto, Floridi et al. (2018, p. 691) argumentam que a construção de uma "Good AI Society" depende da adoção de mecanismos de governança capazes de promover responsabilidade, inclusão, segurança e respeito aos direitos fundamentais na utilização de sistemas inteligentes em contextos sociais e médicos.

Figura 2: Principais Desafios Éticos em Saúde



Fonte: Elaborado pelo autor com base na revisão narrativa da literatura (2026).

Dos 48 estudos incluídos na revisão sistemática, 35 (72,9%) destacaram preocupações relacionadas à transparência algorítmica e à explicabilidade dos sistemas de Inteligência Artificial. Adicionalmente, 31

estudos (64,6%) enfatizaram a necessidade de supervisão humana contínua em ambientes clínicos digitais, enquanto 28 estudos (58,3%) abordaram desafios associados à proteção de dados clínicos e à privacidade dos pacientes.

Observou-se ainda que 26 estudos (54,2%) discutiram mecanismos de responsabilização institucional e governança regulatória, evidenciando crescente preocupação internacional com a segurança clínica e a confiabilidade dos sistemas inteligentes aplicados à saúde. Esses resultados demonstram que os desafios éticos e regulatórios permanecem como temas centrais na literatura científica contemporânea sobre Inteligência Artificial aplicada à cirurgia robótica.

Os resultados também evidenciaram que muitos algoritmos utilizados em ambientes hospitalares ainda apresentam dificuldades relacionadas à explicabilidade computacional. Segundo Adams (2023, p. 617), a ausência de clareza sobre o funcionamento interno dos sistemas de IA pode comprometer a confiança médica e aumentar riscos éticos associados às decisões automatizadas em saúde.

Outro aspecto identificado refere-se à necessidade de fortalecimento das políticas de governança digital. Floridi (2018, p. 3) destaca que a ética digital contemporânea não deve limitar-se apenas ao cumprimento das normas legais, mas também envolver princípios éticos voltados à proteção dos direitos humanos e da dignidade dos pacientes diante da rápida evolução tecnológica.

Além disso, os estudos analisados demonstraram que a expansão da IA na cirurgia robótica exige modelos regulatórios adaptativos capazes de equilibrar inovação tecnológica, segurança clínica e responsabilidade médica. Nesse sentido, observou-se crescente preocupação internacional relacionada à supervisão humana contínua, à prevenção de vieses algorítmicos e à construção de sistemas de Inteligência Artificial mais transparente e confiável para o contexto da saúde global contemporânea.

Quadro 5: Sintese Dos Principais Resultados da Pesquisa

Categoria Analítica	**Resultado Identificado**
Precisão cirúrgica	Aumento significativo
Segurança clínica	Necessita supervisão contínua
Transparência algorítmica	Baixa explicabilidade
Proteção de dados	Risco elevado
Governança digital	Necessita adaptação regulatória
Supervisão humana	Fundamental

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

4.1 ESTRUTURA OPERACIONAL DO MODELO DE GOVERNANÇA ÉTICA ADAPTATIVA

O Modelo de Governança Ética Adaptativa proposto nesta pesquisa estrutura-se em três níveis operacionais integrados:

a) Nível Normativo-Regulatório:

Compreende diretrizes internacionais, normas bioéticas, princípios de proteção de dados e mecanismos institucionais de responsabilização jurídica aplicáveis à Inteligência Artificial em saúde.

b) Nível Técnico-Operacional:

Refere-se à auditabilidade algorítmica, monitoramento contínuo dos sistemas inteligentes, mitigação de vieses computacionais e rastreabilidade das decisões automatizadas em ambientes cirúrgicos digitais.

c) Nível Clínico-Humano:

Relaciona-se à supervisão médica contínua, autonomia profissional, proteção da dignidade do paciente e preservação do controle humano sobre decisões clínicas críticas.

A interação dinâmica entre esses três níveis permite a construção de um sistema regulatório adaptativo orientado à segurança clínica, transparência institucional e sustentabilidade tecnológica em saúde global.

Segundo Solaiman et al. (2025, p. 4), os sistemas de governança em saúde devem incorporar uma abordagem de ciclo de vida (“True Lifecycle Approach”), integrando princípios jurídicos, éticos e clínicos desde o desenvolvimento até a implementação da Inteligência Artificial em ambientes hospitalares. Os autores defendem que a governança adaptativa permite fortalecer a segurança do paciente, a responsabilização institucional e a confiança social nos sistemas inteligentes aplicados à medicina.

Além disso, estudos recentes sobre governança hospitalar da IA destacam que modelos éticos eficazes devem incluir mecanismos de monitoramento contínuo, auditoria algorítmica e avaliação de impactos sociais. De acordo com a European Commission (2021), sistemas de Inteligência Artificial classificados como de alto risco, incluindo determinadas aplicações médicas, devem estar sujeitos a mecanismos rigorosos de supervisão humana, transparência, gestão de riscos e monitoramento contínuo. Tais requisitos reforçam a necessidade de modelos regulatórios adaptativos capazes de responder às rápidas transformações tecnológicas observadas nos ambientes hospitalares contemporâneos.

Hussein et al. (2026, p. 3) afirmam que organizações de saúde necessitam de modelos graduais de maturidade regulatória capazes de adaptar-se às diferentes realidades institucionais e tecnológicas, promovendo implementação segura e sustentável da IA clínica.

Outro aspecto fundamental refere-se à colaboração entre Inteligência Artificial e supervisão humana. Os Princípios da OECD para Inteligência Artificial (OECD, 2019) destacam que sistemas inteligentes devem ser robustos, seguros, transparentes e permanentemente supervisionados por seres humanos. Segundo a organização, a tomada de decisões apoiada por Inteligência Artificial deve preservar a autonomia profissional e garantir mecanismos claros de responsabilização institucional, especialmente em contextos clínicos de elevado impacto social.

Li et al. (2026, p. 5) propõem o modelo TRIAD, baseado em governança confiável, integração adaptativa e avaliação clínica contínua, enfatizando que decisões médicas assistidas por IA devem permanecer sob controle humano especializado para evitar riscos éticos e clínicos em ambientes hospitalares digitais.

Os resultados da pesquisa também demonstram que a governança ética contemporânea precisa ultrapassar modelos puramente normativos. A Recomendação da UNESCO sobre a Ética da Inteligência Artificial (UNESCO, 2021) enfatiza que a implementação de sistemas inteligentes deve ser acompanhada por mecanismos de supervisão, avaliação de riscos, mitigação de vieses algorítmicos e proteção dos direitos humanos. Segundo a organização, a governança ética da IA deve promover transparência, justiça, inclusão e responsabilização em todos os estágios do ciclo de vida tecnológico.

Kumar et al. (2025, p. 6) destacam que a implementação da IA em saúde exige estruturas de supervisão capazes de identificar riscos relacionados a vieses computacionais, desigualdades algorítmicas e falhas de responsabilização institucional. Nesse sentido, os autores propõem o modelo CAOS (Comprehensive Algorithmic Oversight and Stewardship), voltado à construção de sistemas mais transparentes, seguros e equitativos.

Além disso, Bouderhem (2024, p. 9) argumenta que os desafios éticos da IA em saúde envolvem não apenas aspectos técnicos, mas também impactos humanos, sociais e regulatórios relacionados à privacidade, autonomia do paciente e justiça tecnológica. Dessa forma, o modelo proposto nesta pesquisa fundamenta-se em princípios de transparência, proteção de dados, supervisão humana contínua, responsabilização adaptativa e equidade tecnológica em saúde global.

Assim, o Modelo de Governança Ética Adaptativa busca contribuir para o desenvolvimento de sistemas de Inteligência Artificial mais responsável, auditáveis e humanizados, promovendo equilíbrio entre inovação tecnológica, bioética, segurança clínica e proteção dos direitos fundamental no contexto da cirurgia robótica contemporânea.

Figura 3: Modelo De Governança Adaptativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

5 DISCUSSÃO

A presente pesquisa evidenciou que a Inteligência Artificial aplicada às cirurgias robóticas tem contribuído significativamente para a modernização dos sistemas contemporâneos de saúde, especialmente no que se refere ao aumento da precisão cirúrgica, à redução de falhas operatórias e à melhoria da eficiência clínica. Contudo, os resultados também demonstraram que a rápida expansão dessas tecnologias tem sido acompanhada por desafios éticos, regulatórios e institucionais relacionados à transparência algorítmica, supervisão humana, proteção de dados clínicos, responsabilização jurídica e governança digital.

Segundo a World Health Organization (WHO, 2021, p. 15), a utilização da Inteligência Artificial em saúde deve estar fundamentada em princípios éticos voltados à inclusão, segurança, transparência e proteção dos direitos humanos. A organização destaca ainda que a ausência de mecanismos regulatórios eficazes pode comprometer a segurança clínica e ampliar os riscos associados às decisões automatizadas em ambientes hospitalares digitais (WHO, 2021, p. 27). Em perspectiva convergente, Floridi et al. (2018) defendem modelos de governança centrados no ser humano e fundamentados na proteção da dignidade humana diante da expansão tecnológica. Entretanto, enquanto a WHO enfatiza diretrizes regulatórias aplicadas à saúde digital, Floridi et al. concentram-se na construção de princípios éticos mais amplos voltados à consolidação de uma "Good AI Society".

Os resultados revelam que diferentes modelos regulatórios internacionais adotam estratégias distintas para a governança da Inteligência Artificial em saúde. A União Europeia, por meio do Artificial Intelligence Act, utiliza uma abordagem preventiva baseada na classificação de riscos e na supervisão regulatória ex ante. Em contraste, os Estados Unidos adotam mecanismos mais flexíveis e setoriais, especialmente por intermédio das diretrizes da Food and Drug Administration (FDA) para Software as a Medical Device (SaMD). Paralelamente, organismos multilaterais como a WHO, a UNESCO e a OECD enfatizam princípios bioéticos universais relacionados à dignidade humana, inclusão digital, transparência e proteção dos direitos fundamentais.

Essa diversidade de abordagens demonstra que a governança da IA aplicada à cirurgia robótica exige integração entre mecanismos jurídicos, supervisão técnica e adaptação institucional contínua, sobretudo em contextos de saúde global caracterizados por desigualdades tecnológicas e regulatórias. Nesse sentido, iniciativas regulatórias recentes reforçam a necessidade de fortalecimento da governança ética da IA em saúde. O Artificial Intelligence Act da União Europeia, a Recomendação da UNESCO sobre a Ética da Inteligência Artificial (2021) e os Princípios da OECD para Inteligência Artificial convergem ao enfatizar transparência, supervisão humana, gestão de riscos, auditabilidade e responsabilização institucional como requisitos essenciais para sistemas de IA de elevado impacto social.

Outro aspecto relevante identificado refere-se às limitações relacionadas à explicabilidade computacional e à transparência algorítmica. De acordo com Amann et al. (2020, p. 2), a dificuldade de

interpretação dos algoritmos pode comprometer a confiança médica e dificultar processos de responsabilização ética em sistemas clínicos automatizados. De forma semelhante, Vollmer et al. (2020, p. 6) argumentam que a transparência algorítmica constitui elemento fundamental para garantir segurança clínica, confiabilidade institucional e legitimidade das decisões apoiadas por Inteligência Artificial. Enquanto Amann et al. enfatizam os desafios técnicos da explicabilidade, Vollmer et al. destacam a necessidade de operacionalização prática desses mecanismos em ambientes hospitalares.

A supervisão humana contínua também emergiu como um dos pilares fundamentais para a implementação responsável da Inteligência Artificial em cirurgia robótica. Jiang et al. (2021, p. 4) defendem que a IA deve atuar como instrumento complementar de apoio à tomada de decisão médica, e não como substituta da atuação profissional humana. Em perspectiva semelhante, Topol (2019) argumenta que a Inteligência Artificial pode contribuir para a humanização da medicina ao permitir que profissionais concentrem esforços em aspectos clínicos, éticos e relacionais do cuidado. Dessa forma, a integração equilibrada entre conhecimento médico, supervisão humana e automação tecnológica mostra-se indispensável para reduzir riscos clínicos e fortalecer a ética hospitalar contemporânea.

Os resultados também evidenciaram que a expansão da Inteligência Artificial em saúde ocorre de maneira desigual entre diferentes países e sistemas hospitalares. Segundo Panch et al. (2018, p. 7), a implementação desigual das tecnologias inteligentes pode ampliar disparidades globais no acesso à inovação médica, particularmente em países em desenvolvimento que enfrentam limitações estruturais, financeiras e regulatórias. De forma semelhante, Vandemeulebroucke (2025, p. 593) argumenta que os impactos sociais e éticos da Inteligência Artificial devem ser analisados à luz das desigualdades relacionadas à infraestrutura tecnológica, à capacidade regulatória e ao acesso aos serviços digitais em saúde. Esses achados reforçam a necessidade de políticas internacionais voltadas à equidade tecnológica e à democratização do acesso às soluções digitais aplicadas à medicina.

Além das desigualdades tecnológicas, a incorporação acelerada da Inteligência Artificial pode ampliar relações assimétricas de poder entre grandes corporações tecnológicas, instituições de saúde e pacientes, especialmente em países periféricos com limitada soberania digital. Nesse contexto, a governança ética da IA não deve restringir-se à eficiência tecnológica ou ao desempenho computacional, mas incorporar debates relacionados à justiça algorítmica, autonomia institucional, colonialismo digital e dependência tecnológica global.

Os resultados também demonstraram que os atuais modelos de governança tecnológica ainda enfrentam dificuldades para acompanhar a velocidade das transformações digitais contemporâneas. Vollmer et al. (2020) destacam que a construção de sistemas confiáveis de Inteligência Artificial depende da adoção de estruturas regulatórias adaptativas capazes de integrar transparência algorítmica, supervisão ética e proteção de dados clínicos. Complementarmente, Solaiman et al. (2025) propõem uma abordagem

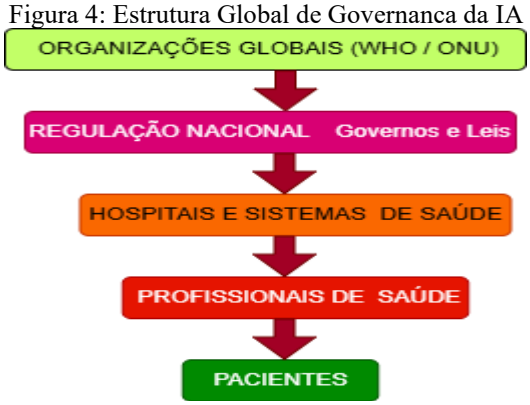
regulatória baseada em ciclo de vida (“True Lifecycle Approach”), integrando princípios éticos, jurídicos e clínicos desde o desenvolvimento até a implementação hospitalar da tecnologia. Essa perspectiva reforça a necessidade de mecanismos dinâmicos de governança capazes de equilibrar inovação tecnológica, segurança clínica e responsabilização institucional.

A principal contribuição teórica desta pesquisa reside na integração entre governança adaptativa, bioética digital, saúde global e regulação da Inteligência Artificial aplicada à cirurgia robótica. Diferentemente de abordagens predominantemente normativas ou técnicas presentes na literatura internacional, o framework desenvolvido articula dimensões éticas, institucionais, regulatórias e tecnológicas em uma estrutura multidimensional voltada à segurança clínica, à proteção dos direitos humanos e à sustentabilidade tecnológica.

A originalidade do estudo encontra-se na proposição de um Modelo de Governança Ética Adaptativa especificamente direcionado à cirurgia robótica baseada em Inteligência Artificial. O modelo integra supervisão humana contínua, transparência algorítmica, responsabilização institucional, regulação dinâmica, proteção de dados e equidade tecnológica, oferecendo uma estrutura teórico-operacional aplicável a ambientes hospitalares digitais contemporâneos. Dessa forma, amplia as discussões acadêmicas sobre governança ética da IA ao fornecer um referencial capaz de apoiar a implementação responsável, auditável e sustentável de sistemas inteligentes em saúde.

Em síntese, a presente discussão demonstra que o desenvolvimento responsável da Inteligência Artificial aplicada às cirurgias robóticas depende da integração entre inovação tecnológica, bioética, supervisão humana, proteção dos direitos fundamentais e governança regulatória adaptativa. A construção de sistemas transparentes, auditáveis e permanentemente supervisionados constitui requisito essencial para promover segurança clínica, confiança institucional, equidade tecnológica e sustentabilidade da transformação digital em saúde no contexto global contemporâneo.

Figura 4: Estrutura Global de Governanca da IA



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Dessa maneira, a presente discussão reforça que o desenvolvimento responsável da Inteligência Artificial aplicada às cirurgias robóticas exige integração entre inovação tecnológica, bioética, governança adaptativa e proteção dos direitos humanos. A construção de sistemas transparentes auditava e supervisionados mostra-se indispensável para promover segurança clínica, confiança institucional e sustentabilidade tecnológica no contexto da saúde global contemporânea.

5.1 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS E INSTITUCIONAIS

Os resultados desta pesquisa apresentam implicações relevantes para hospitais, formuladores de políticas públicas, organismos regulatórios e desenvolvedores de sistemas de Inteligência Artificial aplicados à saúde. O modelo de Governança Ética Adaptativa proposto pode auxiliar instituições hospitalares na implementação de mecanismos de supervisão humana contínua, auditoria algorítmica e proteção de dados clínicos em ambientes cirúrgicos digitais. Além disso, o estudo contribui para o fortalecimento de políticas regulatórias voltadas à segurança clínica, transparência computacional e redução de desigualdades tecnológicas em saúde global.

5.2 VALIDAÇÃO CONCEITUAL BASEADA NA LITERATURA

Como etapa preliminar de validação conceitual, o framework proposto foi analisado à luz da literatura científica especializada e de diretrizes internacionais relacionadas à bioética, saúde digital e governança da Inteligência Artificial. A análise demonstrou elevada consistência teórica e alinhamento com os princípios e recomendações estabelecidos por organismos internacionais, incluindo a Organização Mundial da Saúde (WHO), a UNESCO e a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD). Os resultados sugerem que o modelo possui potencial de aplicabilidade institucional e aderência aos principais referenciais normativos da área. Contudo, a validação empírica do framework em contextos reais de implementação constitui uma etapa futura de investigação, necessária para confirmar sua efetividade prática e sua capacidade de generalização.

5.3 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS DO ESTUDO

A principal contribuição teórica desta pesquisa consiste na integração entre governança adaptativa, bioética digital e regulação da Inteligência Artificial aplicada à cirurgia robótica. Diferentemente de abordagens predominantemente normativas encontradas na literatura internacional, o modelo proposto articula simultaneamente transparência algorítmica, supervisão humana contínua, responsabilização institucional e equidade tecnológica em uma estrutura multidimensional.

Adicionalmente, o estudo amplia os debates contemporâneos sobre governança ética da Inteligência Artificial ao incorporar perspectivas provenientes da saúde global, dos direitos humanos e da

sustentabilidade tecnológica. Dessa forma, oferece uma contribuição conceitual capaz de apoiar futuras pesquisas e iniciativas institucionais relacionadas à implementação responsável da IA em ambientes hospitalares digitais.

6 CONCLUSÃO

A presente pesquisa permitiu analisar os principais desafios éticos e regulatórios relacionados à aplicação da Inteligência Artificial nas cirurgias robóticas no contexto da saúde global contemporânea. Os resultados demonstraram que a incorporação crescente de sistemas inteligentes na medicina vem transformando significativamente os ambientes hospitalares, contribuindo para maior precisão cirúrgica, eficiência clínica e apoio à tomada de decisões médicas.

Entretanto, verificou-se que o avanço acelerado dessas tecnologias também amplia preocupações relacionadas à transparência algorítmica, proteção de dados clínicos, supervisão humana, responsabilização jurídica e desigualdades tecnológicas entre diferentes sistemas de saúde. Observou-se ainda que muitos modelos regulatórios atuais apresentam limitações para acompanhar a velocidade das transformações digitais contemporâneas, especialmente em contextos de países em desenvolvimento.

Nesse sentido, a pesquisa evidenciou que a governança ética da Inteligência Artificial em saúde deve ultrapassar abordagens meramente técnicas ou normativas, incorporando princípios voltados à proteção da dignidade humana, segurança clínica, inclusão digital, justiça tecnológica e respeito aos direitos fundamentais. As recomendações internacionais da World Health Organization (WHO, 2021), da UNESCO e da OECD reforçam a necessidade de construção de estruturas regulatórias adaptativas, transparentes e centradas no ser humano para a utilização responsável da Inteligência Artificial em ambientes hospitalares.

Como principal contribuição científica, o estudo propôs um Modelo de Governança Ética Adaptativa fundamentado em princípios de transparência algorítmica, supervisão humana contínua, proteção de dados clínicos, responsabilização institucional, segurança clínica e equidade tecnológica. O modelo busca contribuir para o desenvolvimento de sistemas de Inteligência Artificial mais seguros, auditáveis, confiáveis e socialmente responsáveis, promovendo equilíbrio entre inovação tecnológica, bioética e proteção dos direitos humanos no contexto da cirurgia robótica contemporânea.

Adicionalmente, esta investigação amplia as discussões acadêmicas sobre bioética, regulação tecnológica e governança digital em saúde, integrando perspectivas interdisciplinares relacionadas à Inteligência Artificial, saúde global, direitos humanos e sustentabilidade tecnológica. A originalidade do estudo reside na articulação simultânea de dimensões éticas, regulatórias, institucionais e tecnológicas em um framework multidimensional voltado à implementação responsável da IA em ambientes cirúrgicos digitais.

Apesar das contribuições apresentadas, algumas limitações metodológicas devem ser consideradas. A pesquisa possui natureza predominantemente teórica e exploratória, estando fundamentada em revisão sistemática da literatura, sem inclusão de análises empíricas, estudos de caso hospitalares ou validações clínicas do modelo proposto. Além disso, a ausência de meta-análise quantitativa limita inferências causais sobre a efetividade prática do framework desenvolvido.

Reconhece-se também a possibilidade de viés de seleção e de publicação decorrente da priorização de estudos indexados e revisados por pares, bem como a exclusão parcial da literatura cinzenta e de documentos institucionais não indexados. Adicionalmente, a predominância de publicações em língua inglesa e de estudos provenientes de países de alta renda pode limitar a representação de perspectivas regulatórias oriundas do Sul Global e de contextos hospitalares com menor infraestrutura tecnológica. A heterogeneidade metodológica observada entre os estudos incluídos também pode influenciar a comparabilidade dos resultados e limitar parcialmente a generalização dos achados.

Outra limitação refere-se à ausência de validação empírica do Modelo de Governança Ética Adaptativa. Embora o framework apresente sólida fundamentação teórica e alinhamento com recomendações internacionais de organismos como WHO, UNESCO e OECD, sua aplicabilidade prática e efetividade regulatória ainda necessitam de verificação em contextos reais de implementação.

Como perspectiva de desenvolvimento científico, recomenda-se a realização de estudos empíricos multicêntricos envolvendo hospitais universitários, especialistas em bioética, profissionais da saúde digital, cirurgiões robóticos e organismos regulatórios. Sugere-se ainda a utilização de métodos Delphi, estudos de validação clínica e análises comparativas internacionais para avaliar a aplicabilidade, consistência institucional e efetividade regulatória do modelo proposto. Da mesma forma, futuras pesquisas poderão investigar a implementação prática de modelos de governança ética da IA em diferentes sistemas hospitalares e contextos regulatórios internacionais.

Por fim, reconhece-se que a rápida evolução tecnológica e regulatória da Inteligência Artificial poderá gerar alterações futuras nos referenciais éticos, jurídicos e institucionais atualmente discutidos pela literatura científica, exigindo atualização contínua dos mecanismos de governança em saúde digital.

Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento sustentável da Inteligência Artificial aplicada às cirurgias robóticas depende da integração equilibrada entre inovação tecnológica, bioética, supervisão humana e governança regulatória adaptativa, assegurando que os benefícios da transformação digital em saúde sejam distribuídos de forma ética, inclusiva, segura e socialmente responsável no cenário global contemporâneo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, Rachel. Explainability and transparency in artificial intelligence for healthcare. *Journal of Medical Systems*, v. 47, n. 5, 2023.

AMANN, Julia et al. Explainability for artificial intelligence in healthcare: a multidisciplinary perspective. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, v. 20, n. 1, 2020. DOI: https://doi.org/10.1186/s12911-020-01332-6.

BENJAMIN, Ruha. *Race After Technology: Abolitionist Tools for the New Jim Code*. Cambridge: Polity Press, 2019.

BOTHA, Monique et al. Ethical and regulatory challenges of artificial intelligence in healthcare systems. *Health Policy and Technology*, v. 13, n. 1, 2024.

BOSTROM, Nick. *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford: Oxford University Press, 2014.

BOUDERHEM, Rachid. Ethical challenges of artificial intelligence in healthcare: overview and perspectives. *AI and Ethics*, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s43681-022-00165-5.

DIGNUM, Virginia. *Responsible Artificial Intelligence: How to Develop and Use AI in a Responsible Way*. Cham: Springer, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-30371-6.

EUROPEAN COMMISSION. *Proposal for a Regulation Laying Down Harmonised Rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act)*. Brussels: European Commission, 2021. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0206.

FLORIDI, Luciano et al. AI4People—An ethical framework for a good AI society: opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, v. 28, n. 4, p. 689-707, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s13347-018-0313-5.

FLORIDI, Luciano. Soft ethics and the governance of the digital. *Philosophy & Technology*, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s13347-018-0303-7.

HASHIMOTO, Daniel A. et al. Artificial intelligence in surgery: promises and perils. *Annals of Surgery*, v. 268, n. 1, p. 70-76, 2018. DOI: https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002693.

HUSSEIN, Ahmed et al. Regulatory maturity models for artificial intelligence governance in healthcare organizations. *Health Informatics Journal*, v. 32, n. 2, 2026.

JIANG, Fei et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*, v. 6, n. 2, p. 230-243, 2021. DOI: https://doi.org/10.1136/svn-2020-000101.

KARIMIAN, Zahra; PETELOS, Elpida; EVERS, Silvia. Ethical and regulatory considerations of artificial intelligence in healthcare. *Frontiers in Digital Health*, v. 4, 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fdgth.2022.868388.

KUMAR, Ravi et al. CAOS: Comprehensive Algorithmic Oversight and Stewardship for Healthcare AI Governance. *Journal of Digital Health Governance*, v. 5, n. 1, 2025.

LI, Ming et al. TRIAD model for trustworthy and adaptive AI governance in clinical environments. *Artificial Intelligence in Medicine*, v. 145, 2026.

OECD. *OECD Principles on Artificial Intelligence*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2019. Disponível em: https://oecd.ai/en/ai-principles.

PANCH, Trishan et al. Artificial intelligence, machine learning and health systems. *Journal of Global Health*, v. 8, n. 2, 2018. DOI: https://doi.org/10.7189/jogh.08.020303.

SNYDER, Hannah. Literature review as a research methodology: an overview and guidelines. *Journal of Business Research*, v. 104, p. 333-339, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039.

SOLAIMAN, S. M. et al. True lifecycle approach for ethical governance of artificial intelligence in healthcare. *AI and Society*, v. 40, n. 1, 2025.

SOLANKI, R.; GRUNDY, Quinn; HUSSAIN, R. Ethical and legal implications of AI in healthcare. *Healthcare Analytics*, v. 2, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.health.2022.100083.

TOPOL, Eric. *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. New York: Basic Books, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/s00146-019-00993-2.

UNESCO. *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2021. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137.

VANDEMEULEBROUCKE, Tine. Ethical governance and social implications of artificial intelligence in global healthcare systems. *Global Bioethics*, v. 36, n. 4, p. 590-600, 2025.

VOLLMER, Sebastian et al. Machine learning and artificial intelligence research for patient benefit: 20 critical questions on transparency, replicability, ethics and effectiveness. *BMJ*, v. 368, 2020. DOI: https://doi.org/10.1136/bmj.l6927.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*. Geneva: World Health Organization, 2021. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200.

ZUBOFF, Shoshana. *The Age of Surveillance Capitalism*. New York: Public Affairs, 2019.

ESTEVA, Andre et al. A guide to deep learning in healthcare. Nature Medicine, v. 27, n. 4, p. 594–607, 2021. DOI: https://doi.org/10.1038/s41591-021-01267-0.

JOBIN, Anna; IENCA, Marcello; VAYENA, Effy. The global landscape of AI ethics guidelines. Nature Machine Intelligence, v. 1, n. 9, p. 389–399, 2019. DOI: https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2.

KAISSIS, Georgios et al. Secure, privacy-preserving and federated machine learning in medical imaging. Nature Machine Intelligence, v. 2, p. 305–311, 2020. DOI: https://doi.org/10.1038/s42256-020-0186-1.

LONDON, Alex John. Artificial intelligence and black-box medical decisions: accuracy versus explainability. Hastings Center Report, v. 49, n. 1, p. 15–21, 2019. DOI: https://doi.org/10.1002/hast.973.

MORLEY, Jessica et al. From what to how: an overview of AI ethics tools, methods and research to translate principles into practices. Science and Engineering Ethics, v. 27, n. 19, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s11948-021-00298-5.

RAJPURKAR, Pranav et al. AI in health and medicine. Nature Medicine, v. 28, p. 31–38, 2022. DOI: https://doi.org/10.1038/s41591-021-01614-0.

REDDY, Sandeep; ALLAN, Sarah; COGHLAN, Simon; COOPER, Paul. A governance model for the application of AI in health care. Journal of the American Medical Informatics Association, v. 27, n. 3, p. 491–497, 2020. DOI: https://doi.org/10.1093/jamia/ocz192.

STAHL, Bernd Carsten et al. A systematic review of artificial intelligence impact assessments. Artificial Intelligence Review, v. 55, p. 3881–3929, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s10462-021-10087-8.

YU, Kun-Hsing; KOHANE, Isaac S. Framing the challenges of artificial intelligence in medicine. BMJ Quality & Safety, v. 28, n. 3, p. 238–241, 2019. DOI: https://doi.org/10.1136/bmjqs-2018-008551.