

Inteligência Artificial na Saúde

Giovanni Guido Cerri
15.04.2025



HCFMUSP

MAIOR HOSPITAL DA AMÉRICA LATINA

Fundado em 1944, na cidade de São Paulo, nosso complexo tem:

9

institutos
especializados

66

Laboratórios de
Investigação Médica

+450

leitos de UTI

+2,700

leitos

+23,000

profissionais

+5 PB

dados médicos



HCFMUSP

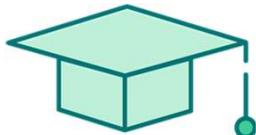
MAIOR HOSPITAL DA AMÉRICA LATINA



Assistência

+1.5 milhão de consultas ambulatoriais por ano (1.2% de todas as consultas no Brasil)

+5 petabytes de dados médicos



Educação

+2,000 médicos residentes por ano (6.2% do Brasil)

Melhor escola de medicina e hospital público do país



Pesquisa

7,3% do total de publicações brasileiras e 3,3% América Latina de saúde e ciências da vida



Inovação

+80 parcerias para desenvolvimento tecnológico nos últimos 3 anos InovaHC

NOSSOS VALORES



Empreendedorismo científico
para criar e validar
soluções inovadoras



**Inovação baseada em
evidências** da identificação
do problema ao mercado



Cooperação entre atores da
academia, indústria, governo
e sociedade civil



Compromisso com o SUS
e com o fortalecimento
da saúde pública



Foco no usuário
para desenvolver e iterar
novas tecnologias



Multidisciplinariedade
de saberes, visões,
experiências e formações

Viabilizar **soluções e negócios inovadores que atendam demandas de saúde** do HCFMUSP e do sistema de saúde, a partir:

1

Da promoção da cultura de empreendedorismo e inovação

2

Do mapeamento de desafios

3

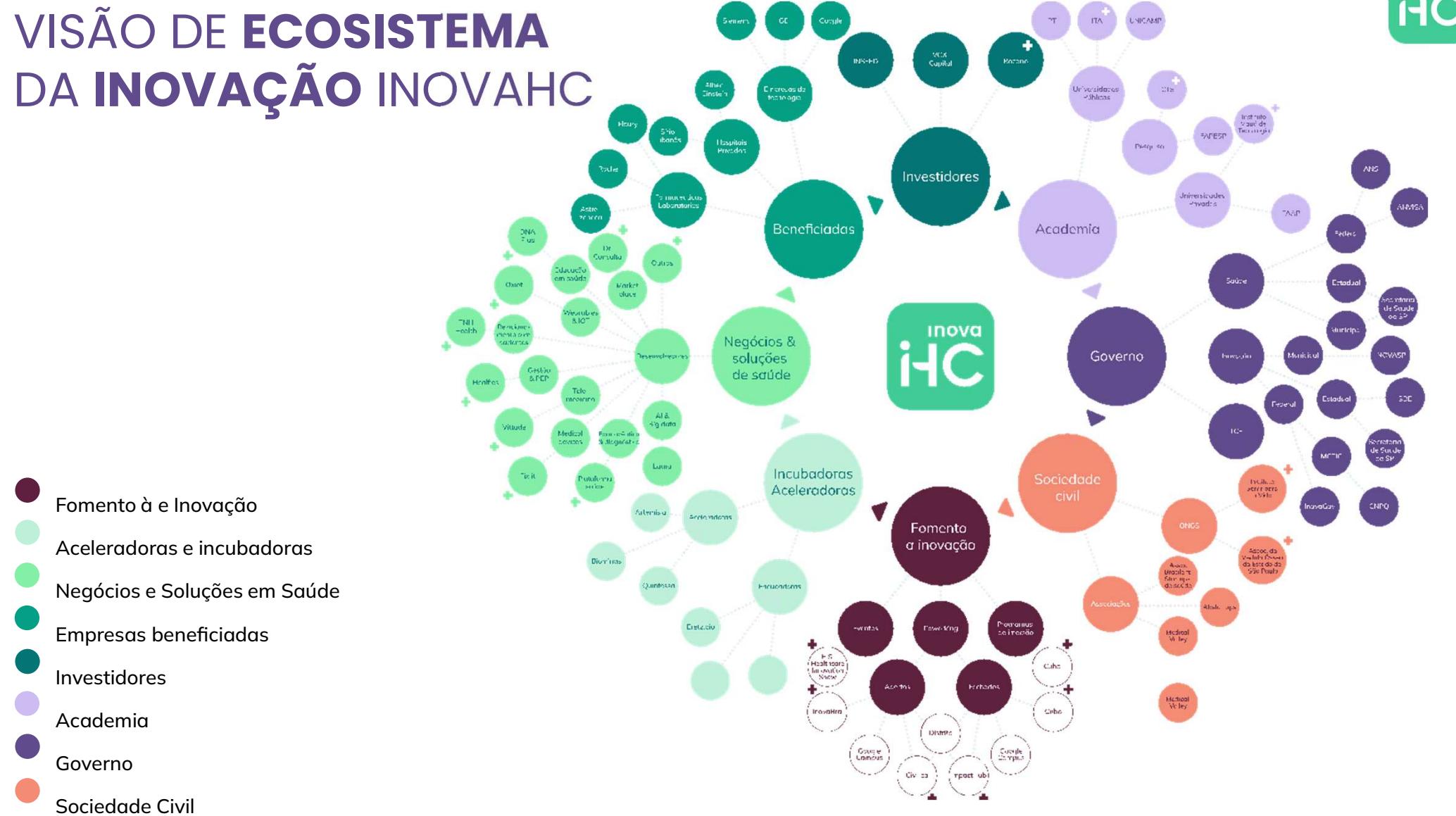
Do co-desenvolvimento e validação de tecnologias

4

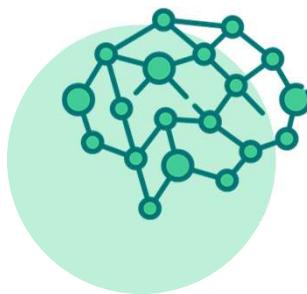
E da conexão entre os atores do ecossistema de inovação em saúde



VISÃO DE ECOSISTEMA DA INOVAÇÃO INOVAHC

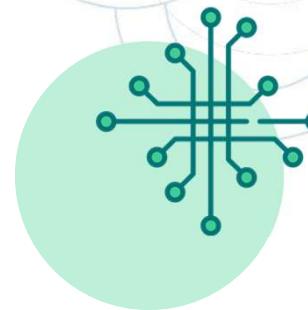


ATUAMOS EM **3 PILARES**



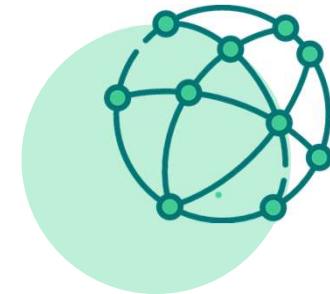
Cultura de inovação

Disseminação do conhecimento de inovação e empreendedorismo a partir de ações estruturadas como capacitações, eventos e programas.



Co-desenvolvimento tecnológico

Construção colaborativa de soluções inovadoras e disponibilização de ambiente real para validação.



Conexão do ecossistema

Estabelecimento de alianças e parcerias estratégicas com os principais players, conectando ideias inovadoras e mercado.



Programa de mapeamento
de desafios e demandas do
HC e do sistema de saúde.



Programa de capacitação
e apoio à inovação para
intraempreendedores que
tenham ideias e projetos
inovadores em saúde



Programa de inovação e
aceleração para negócios
inovadores em saúde e que
respondam aos desafios
pré-definidos

INOVAHC PARCERIAS E PROJETOS



Hardware



Software



Biotech



IA NA SAÚDE

POTENCIAL DOS ECOSISTEMAS PÚBLICO E PRIVADO

US\$ 857bi

mercado global de saúde digital
até 2030

1.381

healthtechs no
Brasil

US\$ 1.4bi

de investimentos em
healthtechs desde 2019

Ministério da Saúde: Estratégia de Saúde Digital

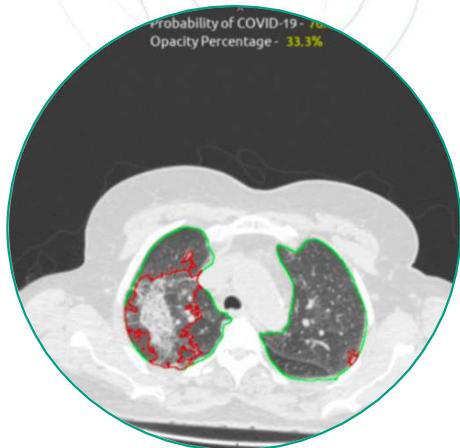
Informatização dos três níveis de atenção
Suporte à melhoria da atenção à saúde
Fomento ao ecossistema de inovação

Fonte: Distrito HealthCare Report 2023 / Ministério da Saúde



DETECÇÃO DE COVID-19 POR IA

software

**O que é?**

Algoritmos para detecção de Covid-19 em imagens radiológicas.

Que problema resolve?

Escassez de métodos diagnósticos e recursos humanos durante emergência sanitária.

Quem fez?

Visibilia e Ottawa + In.lab

Quanto Custou?

R\$ 635.000,00

Quais os resultados?

Ganho de eficiência no serviço de saúde: Redução do tempo do laudo de exame raio-x 5 minutos > 20 segundos;

Redução do tempo do laudo de exame tomografia 20 minutos > 8 minutos.

Por que é Inovador?

Solução desenvolvida utilizou inteligência artificial para identificar e quantificar áreas afetadas pelo vírus em imagens –tomografia e raio-x de pulmão de pacientes.



IN.LAB

Centro de Pesquisas, Desenvolvimento e Inovação em Inteligência Artificial Aplicada à Saúde - Setembro 2020



Missão

Promover saúde e bem estar social por meio da pesquisa, desenvolvimento, inovação e capacitação profissional em tecnologias aplicadas à área da saúde.

Visão

Ser o principal centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) de tecnologias voltadas à saúde da América Latina até 2028.



15+

projetos



IA NA SAÚDE

POTENCIAL DE APLICAÇÕES NA CADEIA DA SAÚDE



NOVOS PRODUTOS

Ferramentas que auxiliam na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos

Apoio à pesquisa clínica

P&D para novos medicamentos e dispositivos médicos



GESTÃO DA SAÚDE

Ferramentas que permitem o cuidado no nível populacional e a operação da saúde

Gestão e administração do complexo de saúde

Sistemas hospitalares, TI e dados



ASSISTÊNCIA AO PACIENTE

Ferramentas que afetam diretamente o paciente ou sua linha de cuidado

Diagnóstico e tratamento

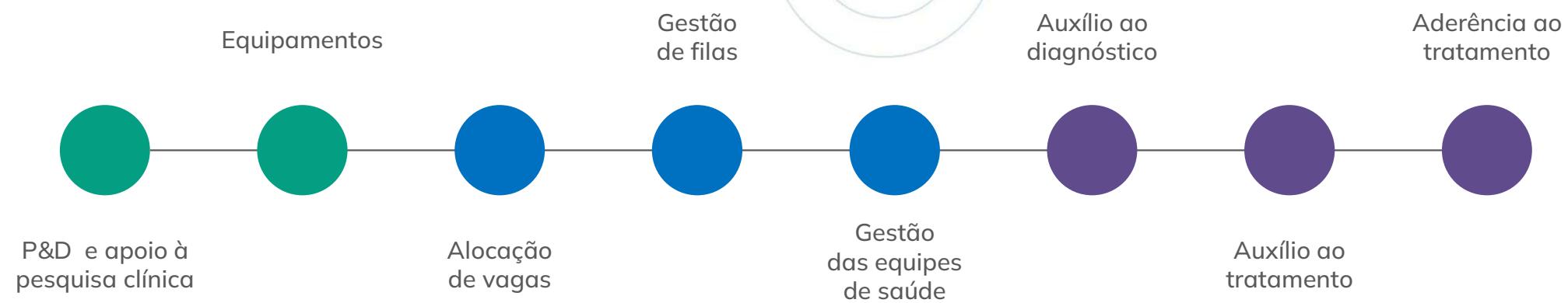
Educação dos pacientes

Aderência aos tratamentos

IA NA SAÚDE

POTENCIAL DE APLICAÇÕES NA CADEIA DA SAÚDE

SOLUÇÕES DE IA SÃO APLICADAS AO LONGO DE TODA A CADEIA DA SAÚDE:



A cadeia de saúde é muito ampla: as aplicações de IA no setor podem acontecer em etapas muito diversas, com diferentes níveis de risco e exposição do paciente.

IA NA SAÚDE

UMA REALIDADE NO SETOR

800

dispositivos médicos que
utilizam IA/ML autorizados pelo
FDA (EUA)

Fonte: <https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/artificial-intelligence-and-machine-learning-aiml-enabled-medical-devices>

- 
- Radiologia
 - Cardiologia
 - Neurologia
 - Hematologia
 - Gastroenterologia
 - Urologia
 - Oftalmologia
 - Química Clínica
 - Otorrinolaringologia
 - Anestesiologia



Entre os estudos analisados:

92% (24/26)

reportaram **performance aceitável** desses sistemas em comparação com performance humana.

81% (27/33)

reportaram resultados positivos **para a equipe médica**.

78% (11/14)

reportaram resultados positivos **para os pacientes**.

Fonte: Yin, Jiamin, Kee Yuan Ngiam, and Hock Hai Teo. "Role of artificial intelligence applications in real-life clinical practice: systematic review." Journal of medical Internet research 23.4 (2021): e25759.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA (GEN AI)

Essa nova tecnologia é desenvolvida em três grandes etapas, e pode ter aplicações diversas:

LLaMA (Meta)

PaLM 2 (Google)

Claude (Anthropic)

GPT-4 (OpenAI)

Modelos
fundacionais

Fase de treinamento
realizada de acordo
com o domínio e a
aplicação

Adaptação do modelo
(*fine-tuning*)

Buscas

Geração de imagens

Assistente de conversas

Geração de voz

Geração de vídeo

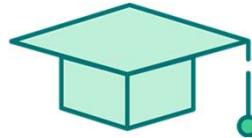
Geração de código

Aplicações

**ACREDITAMOS QUE A INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL GENERATIVA (GEN AI)
PODE TRAZER IMPACTOS POSITIVOS
A TODOS OS PILARES DO HCFMUSP**



Assistência



Educação



Pesquisa



Inovação

IMPACTOS EM ASSISTÊNCIA



Adaptação da linguagem

Gen AI poderia adaptar textos médicos de acordo com o leitor: diferentes perfis de pacientes e da equipe médica.



Acompanhamento via telemedicina

Chatbots que utilizam Gen AI podem dar suporte ao paciente ao longo de sua jornada, respondendo questões médicas e auxiliando na avaliação de sintomas.



Operações clínicas

Gen AI pode auxiliar no preenchimento de formulários, escrevendo notas clínicas e realizando outras tarefas administrativas.

CASES ASSISTENCIAIS



O que é?

Uso de GenAI para sumarizar informações de prontuários médicos.

Que problema resolve?

Informações médicas são densas e complexas, estão em diversos sistemas e são de difícil acesso para a equipe médica.

O que é?

Uso de GenAI para criar notas médicas com base em conversas entre médico e paciente.

Que problema resolve?

Reducir o esforço relacionado à execução tarefas administrativas.

Por que é Inovador?

Equipe médica pode perguntar sobre as condições de um determinado paciente e receber resultados personalizados, que incluem informações clínicas relevantes, diretrizes de cuidado e artigos científicos.

Por que é Inovador?

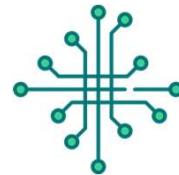
Provedores podem criar rascunhos de notas clínicas automaticamente, por voz, depois da visita do paciente. A equipe médica apenas revisa e finaliza essas notas, transferindo as informações ao prontuário.

IMPACTOS EM ENSINO E PESQUISA



Simulação de casos para treinamento

Gen AI pode criar simulações para treinamento: casos complexos e imagens de difícil diagnóstico para que estudantes possam aprender com cenários realistas e refinar suas habilidades.



Geração de dados de pacientes para pesquisa

Modelos gerativos poderiam ser utilizados para gerar dados sintéticos de pacientes que sejam semelhantes aos dados reais, possibilitando pesquisas sem comprometer a privacidade dos pacientes.



Geração de dados para treinar modelos de IA

Da mesma forma, modelos gerativos também podem gerar dados sintéticos para o treinamento de modelos de inteligência artificial, sem utilizar dados reais de pacientes.

CASE DE PESQUISA



O que é?

Uso de GenAI para criar acelerar processos de ensaios clínicos.

Que problema resolve?

Redução do tempo e custo de desenvolvimento de produtos farmacêuticos.

Por que é Inovador?

Ajuda pesquisadores a acessar, identificar e correlacionar dados de forma mais simples. Além disso, possibilita que vastas informações de pesquisa sejam analisadas e conectadas. Também ajuda a criar rascunhos de comunicações de ensaios clínicos e auxilia na tradução para diferentes línguas.

<https://doi.org/10.1038/s41587-023-02011-3>

ChatGPT and medicine: how AI language models are shaping the future and health related careers

 Check for updates

ChatGPT holds transformative potential for medicine across clinical, research and educational domains.

Chatbot Generative Pre-trained Transformer (ChatGPT) is an artificial intelligence (AI) large language model that has been developed by San Francisco-based OpenAI using natural language processing and trained on conversational data (reinforcement learning from human feedback) obtained from the internet¹. With its human-like conversation abilities, ChatGPT caters to users of varying skill levels. It processes text prompts, generating relevant responses that can be fine-tuned with follow-up prompts as it learns from previous interactions. Since ChatGPT's public release in November 2022, the medical community has shown increasing interest in this application because of its potential to enhance various aspects of healthcare.

AI-powered technologies are rapidly gaining interest from the medical community due to their potential to enhance patient care, education and research across various medical specialties. A summary of potential applications and our recommendations on the current readiness level of each application supported by AI language models is shown in Table 1.

Table 1 | Current and future applications of ChatGPT in medicine

Utility grading	Clinical	Education	Research
Excellent	Providing a template for clinical notes and documentation Medical administrative work (letters, forms, scheduling, etc.)	Drafting patient education material Summarizing complex and convoluted medical concepts from reference text	Creating research document templates (protocols, manuscripts, etc.) Manuscript language revision and editing Statistical coding and troubleshooting
Cautionary	Management guidance for clinicians	Medical education through direct query of ChatGPT Review of contemporary medical literature	Generating hypotheses and research questions Peer review of submitted works
Not recommended	Complete, unsupervised medical decision making	Patient self-management in lieu of clinician guidance	Automated, unedited drafting of manuscripts Unsupervised statistical analysis
Future	Clinical prediction models for screening and diagnosis	AI-generated education modules specific to target audiences	AI-guided predictive modeling

nature biotechnology

Michael Yan¹, Giovanni G. Cerri² & Fabio Y. Moraes

Volume 41 | November 2023 | 1657–1658 | 1657

<https://doi.org/10.1038/s41587-023-02011-3>

MAS EXISTEM GRANDES DESAFIOS

- **Acurácia e interpretabilidade**

Modelos de linguagem adaptados à medicina ainda estão sendo criados, especialmente em português. Como são propensos a erros, garantir interpretabilidade é fundamental para que a equipe médica utilize essas informações para tomar decisões.

- **Transparência**

Garantir transparência sobre a performance do modelo e os dados utilizados para seu treinamento é crucial para pontuar vieses e possíveis erros.

- **Regulamentação**

Na falta de uma regulamentação para a tecnologia, ainda há insegurança jurídica no uso de IA, especialmente na área da saúde

- **Ética**

Existem também questões éticas relacionadas à privacidade do paciente, segurança de dados, viés algorítmico, que tornam necessária uma avaliação de risco mais apurada.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL OS GRANDES DESAFIOS

SEGURANÇA E ACURÁCIA

INTERAÇÃO MÉDICA COM IA

REGULAMENTAÇÃO



GRANDES DESAFIOS

SEGURANÇA E TRANSPARÊNCIA

Modelos de linguagem adaptados à medicina ainda estão sendo criados, especialmente em português.



Large Language Models Encode Clinical Knowledge

A. Karan Singhal*, Jason Wei*, Rong Wu*, Chaitanya Srinivas*, Abishek Venkateswaran*, Michael Tulyakov*, Supriya Agarwal*, Pratik Goyal*, Paul Goyal*, Chris Balliet*, Ravinder Singh*, Anand Mehta*, Arun Venkateswaran*, and Karan Singhal**
Stanford University*, Australia (University of Melbourne)*, Penn State University, USA (University of Illinois Urbana-Champaign), and University of Wisconsin-Madison, USA (University of Illinois Urbana-Champaign) **Google Research, Googleplex



Figure 1. Overview of the methodology. We created Med-PaLM, a framework for medical practice assistance using PaLM, a large-scale language model. We first fine-tuned PaLM on a dataset of 100 million clinical documents and 100 million health-related text from the Web. We then used a multi-step iterative process to generate medical knowledge. In addition, we developed a framework to evaluate our generated knowledge against a set of benchmarks. Finally, we iterated on the generated knowledge until it met our requirements. We also present domain-specific metrics to better track the recall of our system relative to a ground truth. The final version of Med-PaLM is available at https://github.com/google-research/google_research/tree/main/nlp/medical_palm, demonstrating the effectiveness of our framework. The remaining 10% of the paper discusses the details of our system design.

Large language models (LLMs) have demonstrated impressive capabilities in several language understanding and generation tasks, such as the medical and clinical applications in both. These systems have the potential to revolutionize healthcare by providing timely and accurate information to patients. However, there is an important need to ensure that these models are safe and reliable for use in sensitive environments, such as healthcare. Therefore, a framework combining machine learning and natural language processing (NLP) can facilitate the development of medical practice support systems. We propose a framework for generating medical knowledge from scratch, as shown in Fig. 1. It iteratively processes text and performs medical reasoning. This is followed by a series of steps, including pre-training, fine-tuning, and evaluation. The final step involves generating medical knowledge, which involves fine-tuning the model on a dataset of medical documents and evaluating its performance. The generated knowledge is then used to support medical decision-making, requiring the medical staff to be involved. The human-in-the-loop approach facilitates a better understanding of the system's output, resulting in improved medical knowledge generation and reduced dependency on existing tools. We hope this work will contribute to the field of medical applications.

*Equal contribution. **Equal contribution. Correspondence to: karan.singhal@stanford.edu

Abstract

Medical knowledge is often dispersed across various sources, making it difficult to access and utilize effectively. Large language models (LLMs) have the potential to revolutionize healthcare by providing timely and accurate information to patients. However, there is an important need to ensure that these models are safe and reliable for use in sensitive environments, such as healthcare. Therefore, a framework combining machine learning and natural language processing (NLP) can facilitate the development of medical practice support systems. We propose a framework for generating medical knowledge from scratch, as shown in Fig. 1. It iteratively processes text and performs medical reasoning. This is followed by a series of steps, including pre-training, fine-tuning, and evaluation. The final step involves generating medical knowledge, which involves fine-tuning the model on a dataset of medical documents and evaluating its performance. The generated knowledge is then used to support medical decision-making, requiring the medical staff to be involved. The human-in-the-loop approach facilitates a better understanding of the system's output, resulting in improved medical knowledge generation and reduced dependency on existing tools. We hope this work will contribute to the field of medical applications.

[1] Last updated 27 Nov 2022. [2] Correspondence author. [3] Electronic address: karan.singhal@stanford.edu

Singhal, Karan, et al. "Large language models encode clinical knowledge." arXiv preprint arXiv:2212.13138 (2022). NBR 6023

nature

Med-PaLM forneceu respostas alinhadas com o consenso científico em 92,6% das perguntas enviadas, o que está de acordo com respostas geradas por médicos (92,9%).

(dezembro 2022)

“A Inteligência Artificial pode liberar o médico de tarefas burocráticas para dedicar mais tempo aos pacientes”.



ACREDITAMOS NO POTENCIAL DE GEN AI NA RADILOGIA

● PRÉ-LAUDO

sumarizar histórico do paciente

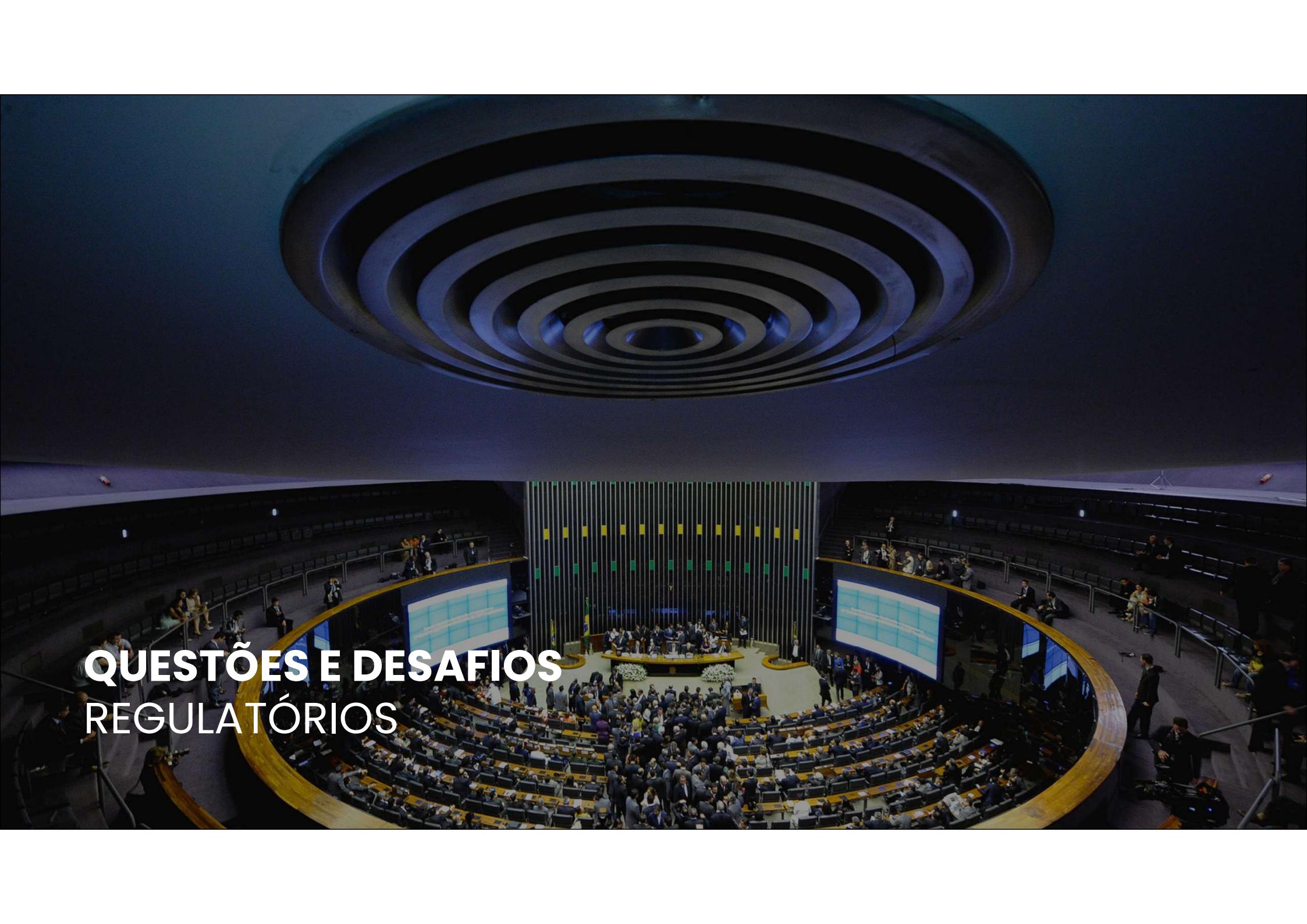
● LAUDO

reduzir o trabalho manual de escrever laudos

● COMUNICAÇÃO

adaptação da linguagem para paciente e
médico solicitante





QUESTÕES E DESAFIOS REGULATÓRIOS

DESAFIOS DA REGULAMENTAÇÃO

QUAIS AS PRINCIPAIS QUESTÕES QUE UMA REGULAÇÃO DE IA NA SAÚDE DEVE CONSIDERAR?

1

Segurança ao usuário de saúde e violação de direitos

2

Segurança jurídica e incentivo à inovação

3

Sobreposição de competências regulatórias

DESAFIOS DA REGULAMENTAÇÃO **SEGURANÇA JURÍDICA E INCENTIVO À INOVAÇÃO**

**Custos de
compliance e
inovação**

- Mitigação de custos de desenvolvimento para um setor já altamente regulado;
- Dar nitidez à forma de responsabilização da cadeia da saúde em casos de descumprimento de normas;
- Prever tempo para adaptação, aprovação e adequação de sistemas já existentes.

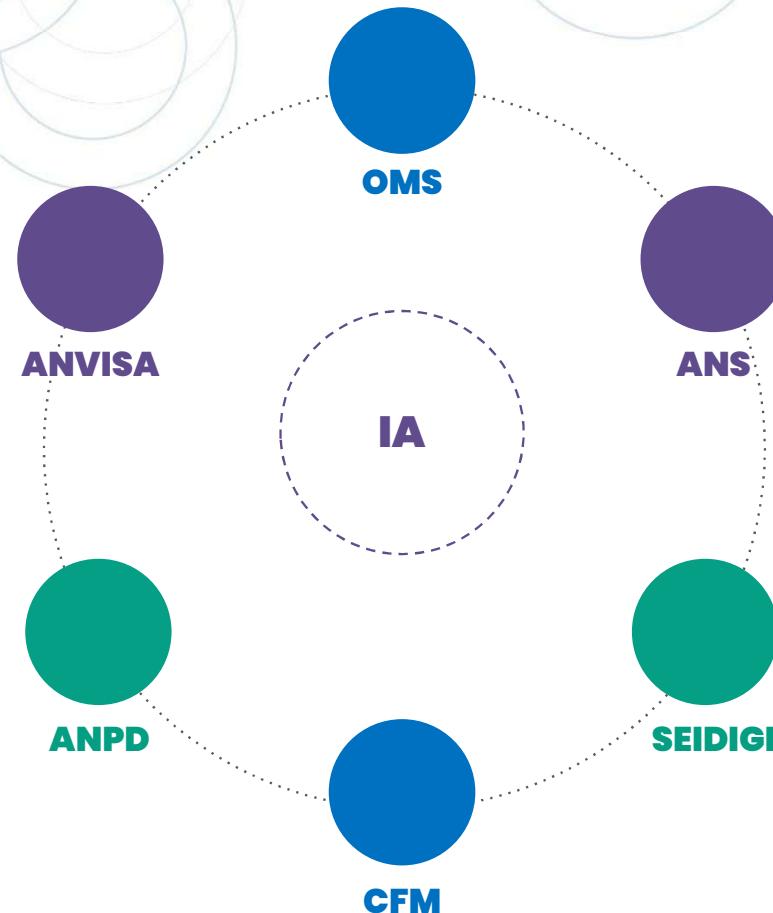
**Incentivo à
indústria
nacional de
IA em saúde**

- Garantir a existência de ambientes com menor pressão regulatória para desenvolvimento de novas tecnologias (sandbox regulatório);
- Harmonização de normas nacionais com normas estrangeiras;
- Alinhamento com a estratégia nacional para o desenvolvimento do complexo econômico-industrial da saúde.

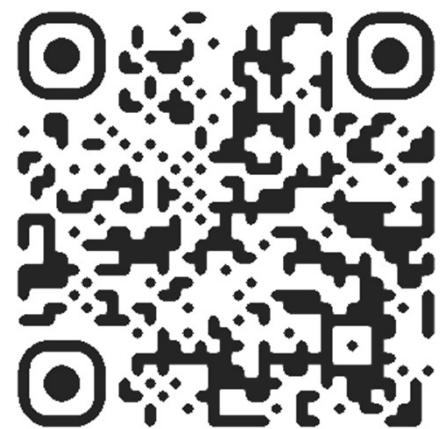
DESAFIOS DA REGULAMENTAÇÃO **SOBREPOSIÇÃO DE COMPETÊNCIAS REGULATÓRIAS**

Frente a um cenário regulatório e normativo que já é complicado, é fundamental que:

- 1) O arranjo institucional adotado pressuponha a coordenação entre os atores;
- 2) Que a governança da legislação seja participativa e garanta aprimoramento contínuo.



Muito obrigado!



InovaHC
inova@hc.fm.usp.br

