

Nº 179793

**Governança de IA na saúde: exemplos da colaboração IPT-
InovaHC no contexto do Centro de Ciências da Saúde e
Tecnologia Digital**

Adriano Galindo Leal

*Palestra apresentada no
CONGRESSO BRASILEIRO DE
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA
SAÚDE, 1., 2025, Poços de
Caldas. 33 slides.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

PROIBIDO A REPRODUÇÃO, APENAS PARA CONSULTA.



Governança de IA na Saúde

Exemplos da Colaboração IPT-InovaHC no Contexto do Centro de Ciências da Saúde e Tecnologia Digital

Prof. Dr. Adriano Leal

Resumo:

A aplicação ética e eficiente da Inteligência Artificial (IA) é fundamental para transformar os cuidados em saúde no Brasil. Esta apresentação aborda os avanços obtidos pela colaboração entre o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e o InovaHC, ambos integrantes e apoiadores do projeto financiado pela FAPESP denominado Centro de Ciências da Saúde e Tecnologia (CCT). Serão sucintamente destacados projetos em desenvolvimento por alunos de mestrado do IPT e de doutorado da Faculdade de Medicina da USP, que participam voluntariamente com o objetivo de obter titulação acadêmica. Os projetos incluem automação diagnóstica para traumatismo cranioencefálico, tecnologias assistivas baseadas em sinais musculares para comunicação de indivíduos com deficiências motoras severas, avaliação automatizada da calcificação valvar aórtica e modelos preditivos para seleção de receptores em transplantes hepáticos. Adicionalmente, serão discutidos os desafios da governança responsável na implementação da IA, enfatizando a necessidade crítica do desenvolvimento de protocolos para a captura e monitoramento de indicadores de desempenho (KPIs). Esses protocolos são essenciais, pois sistemas de IA estreitos (narrow AI), modelos linguísticos (LLMs), agentes inteligentes e Graph RAGs estão sujeitos a alucinações, necessitando de supervisão humana qualificada para validação de diagnósticos e decisões clínicas, além de permitir a geração precisa dos KPIs essenciais à governança eficaz. Esta palestra reforça a importância de uma abordagem ética, transparente e colaborativa para assegurar inovação tecnológica segura e eficiente em saúde.



O QUE É O IPT?

EXISTIMOS PARA PROVER SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS PARA A INDÚSTRIA, OS GOVERNOS E A SOCIEDADE, HABILITANDO-OS A SUPERAR SEUS DESAFIOS E PROMOVENDO QUALIDADE DE VIDA

RECEITAS

Venda de projetos e serviços por meio da Fundação de Apoio ao IPT (FIPT)

Dotação orçamentária do Governo do Estado de São Paulo



IPT EM NÚMEROS*



125 ANOS DE CONTRIBUIÇÕES PARA A SOCIEDADE



> 1000 FUNCIONÁRIOS E COLABORADORES



50% DE RECEITA COM INOVAÇÃO



> 3.170 CLIENTES ATENDIDOS



> 16.200 DOCUMENTOS TÉCNICOS EMITIDOS



> 2000 PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS E ANÁLISES NO PORTFÓLIO



35% DOS PROJETOS IPT COM IMPACTO DIRETO EM ESG

O QUE FAZEMOS?

PESQUISA,
DESENVOLVIMENTO
E INOVAÇÃO

PRODUTOS E
PROCESSOS
SOFTWARES
DA BANCADA AO PILOTO
APOIO DE FOMENTO
EMBRAPII

TESTES, ENSAIOS
E ANÁLISES

PARECERES TÉCNICOS
AVALIAÇÃO
DE PRODUTOS
CERTIFICAÇÃO
DE PRODUTOS

INSPEÇÕES E
MONITORAMENTOS

OBRAS E ESTRUTURAS
MÁQUINAS E
EQUIPAMENTOS
ORGANISMO DE
INSPEÇÃO ACREDITADO

DESENVOLVIMENTO
METROLÓGICO,
MEDIÇÕES
E CALIBRAÇÕES

PROGRAMAS
DE PROFICIÊNCIA
DESENVOLVIMENTO
DE PADRÕES
METROLOGIA AVANÇADA

MATERIAIS DE
REFERÊNCIA
CERTIFICADOS

METAIS
CERÂMICAS
MINERAIS
VISCOSIDADE
AREIA NORMAL

TREINAMENTO E
CAPACITAÇÃO

MESTRADO
PROFISSIONAL
CURTA DURAÇÃO
EDUCAÇÃO
CORPORATIVA



UNIDADES DE NEGÓCIOS

BIONANOMANUFATURA

Biotecnologia, Nanotecnologia, Microfabricação, Química e EPIs

CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

Planejamento Territorial, Obras Civas, Riscos, Recursos Hídricos, Florestas

ENERGIA

Geração, Infraestrutura, Eficiência, Energias limpas

ENSINO TECNOLÓGICO

Mestrado, MBA Internacional, Especialização

HABITAÇÃO E EDIFICAÇÕES

Conforto, Desempenho, Segurança, Materiais, Sustentabilidade

MATERIAIS AVANÇADOS

Metal, Polímero, Compósito, Celulose, Corrosão

TECNOLOGIAS DIGITAIS

IoT, Sistemas Embarcados, Sistemas de Transportes, IA, Analytics

TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS E METROLÓGICAS

Mecânica, Elétrica, Vazão, Aerodinâmica, Química



TECNOLOGIAS DIGITAIS

INTERNET DAS COISAS E SISTEMAS EMBARCADOS

SISTEMAS EMBARCADOS

INTERNET DAS COISAS

CONECTIVIDADE E TRANSMISSÃO DE DADOS (LPWAN, RFID, 5G)

SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E CIBERSEGURANÇA



16 PESSOAS

2 DOUTORES

5 MESTRES

8 GRADUADOS

1 TÉCNICO

ENG. DE SOFTWARE E TRANSPORTES INTELIGENTES

ANÁLISE E INTEGRAÇÃO DE DADOS

SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (ITS)

INTEROPERABILIDADE DE SISTEMAS E DISPOSITIVOS

PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS E APLICATIVOS DE SOFTWARE

CONFORMIDADE E TESTES DE SISTEMAS



30 PESSOAS

1 DOUTOR

11 MESTRES

14 GRADUADOS

4 TÉCNICOS

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E ANALYTICS

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

MANUTENÇÃO PRESCRITIVA E PREDITIVA

OPERAÇÃO INTELIGENTE DE EQUIPAMENTOS DE INDÚSTRIA 4.0

ALGORITMOS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA AIoT

CURADORIA DE DADOS



7 PESSOAS

2 DOUTORES

3 MESTRES

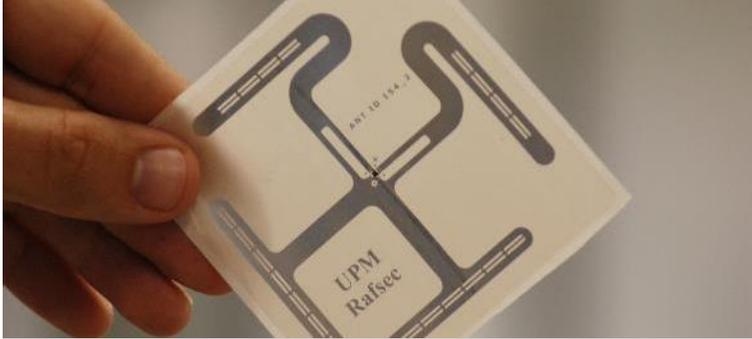
2 GRADUADOS

DADOS RÁPIDOS

- Centro de Pesquisa Aplicada em IA parceria com Indústria, MCTI e FAPESP (PLATAFORMA IASMIN)
 - 6 empresas
 - 9 ICT internacionais
 - 84 pesquisadores associados
- > R\$ 20 milhões em projetos com Lei de Informática (2021 a 2023)
- > R\$ 43 milhões em projetos com o Governo nos últimos 5 anos



EIXOS TECNOLÓGICOS



Indústria 4.0

- Interoperabilidade de sistemas e dispositivos
- Conformidade e testes de sistemas
- Desenvolvimento de aplicações de Inteligência Artificial para a indústria



Cidades inteligentes

- Análise e integração de dados
- Desenvolvimento de aplicações para gestão pública
- Sensores
- Centros de Controle Operacionais e Salas de Situação



Mobilidade e transporte

- Sistemas inteligentes de transporte (ITS)
- Avaliação de equipamentos aplicados a mobilidade (radares, semáforos, câmeras etc.)
- Integração de dados e abordagens para aplicação de *big data*
- Simulação e cenários em Transportes Inteligentes





O Núcleo de Sustentabilidade e Baixo Carbono do IPT foi criado com o objetivo de desenvolver novas competências relacionadas à sustentabilidade, economia circular, mercado de baixo carbono e orientação de responsabilidade socioambiental. Atua em conjunto com as demais unidades de negócios, com o olhar para novos bionegócios cujas oportunidades envolvem a transformação de recursos naturais em ativos, sem abrir mão do respeito integral à cadeia ambiental.



O Núcleo de Tecnologias Avançadas para Bem-Estar e Saúde Aplicados às Ciências da Vida foca o desenvolvimento de projetos para melhoria da qualidade de vida e bem estar da sociedade, a partir de tecnologias inovadoras e com base na interconexão do tripé saúde humana, animal e ambiental. Uma das primeiras pesquisas abrigadas pelo núcleo conecta-se ao projeto 'Sistematização do método de xenotransplante no Brasil', com diversos parceiros e foco na viabilização clínica da técnica.



Ampliando a atuação nacional, o novo núcleo IPT Amazônia em Manaus tem por missão propor soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável regional, em parceria com instituições locais. Atua em projetos de PD&I, serviços tecnológicos, ensaios, análises, capacitação e novos negócios. Os principais objetivos são fortalecer as cadeias produtivas da bioeconomia, aumentar a competitividade do Polo Industrial de Manaus e apoiar demandas de governos da região.



O IPT abre seu campus para a maior iniciativa de inovação aberta em hardtech do Brasil, conectando os diversos atores desse ecossistema.

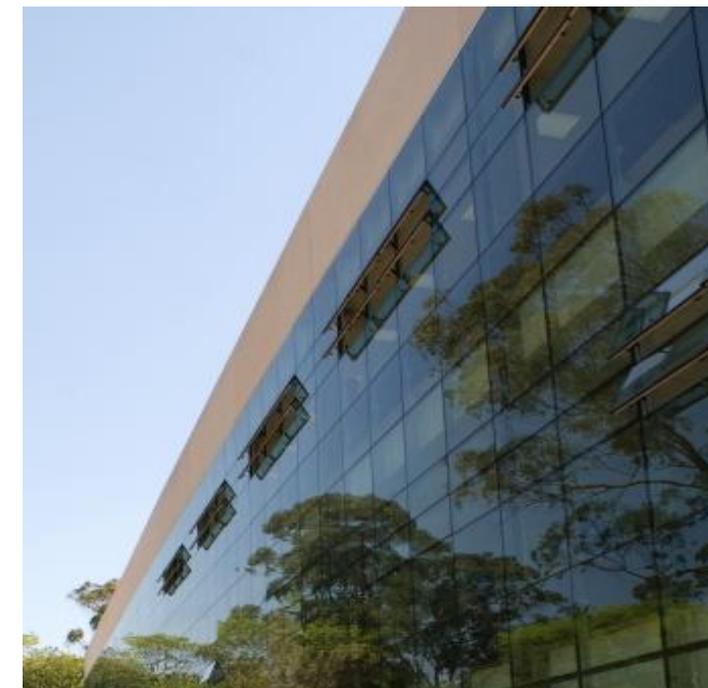
Pedra fundamental do projeto CITI – Centro Internacional de Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo



Modalidade 1

Hub de inovação

Participe de um ecossistema único e transformador que congrega empresas e startups que empreendem juntas na criação de tecnologias impulsionadoras de novos negócios.



Modalidade 2

Centro de inovação

Instale o Centro Tecnológico da sua empresa dentro do campus do IPT e potencialize sua capacidade de desenvolvimento.



CENTROS DE INOVAÇÃO



V2COM
WEG Group

Google

T
TUPY

inteli



Portaria Principal



VALE

GranBio

CECIL



SOBRE O ADRIANO LEAL

- Doutor em Engenharia Elétrica com ênfase em Energia e Automação (2006) pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Desde dezembro de 2010, é Pesquisador Sênior no IPT.
- Entre 2019 e 2020, foi pesquisador visitante na Technische Universität Berlin (TU Berlin).
- Pesquisador sênior na Seção de Inteligência Artificial e Analytics do IPT.
- Pesquisador Associado no Centro de IA da FAPESP (Plataforma IASMIN) e no **Centro de Ciências e Tecnologia da FAPESP (CC&T)**, processos nº 2020/09850-0 e nº 2021/11.905-0.
- Professor do Mestrado Profissional do IPT responsável pela Cadeira de **Aprendizado de Máquina** desde 2021.
- Nos primeiros 11 anos de carreira, atuou como Engenheiro de P&D no Grupo de Automação de Geração, Transmissão e Distribuição da Escola Politécnica da USP.
- Desde 2006 é membro do IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), integrando as seguintes sociedades técnicas:
 - **IEEE Power & Energy Society (Presidente da Seção Sul Brasil do IEEE de 2015 a 2019).**
 - IEEE Internet of Things Community.
 - IEEE Computational Intelligence Society. IEEE Smart Cities Community.
 - IEEE Computer Society.



PROJETOS FAPESP

Participo na categoria de **Pesquisador Associado** na

- **Plataforma IASMIN** – Processo 2020/09850-0 - Centro de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial: Impulsionando a Transformação das Indústrias rumo ao Padrão 5.0
- **CCT** – Processo 2021/11905-0 - Centro de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento para inovação em Medicina e Saúde: inLab.iNova
- **CINER5GIA** - Processo 2024/21006-1 - Centro de Inovação em Redes 5G e Inteligência Artificial
- **SEADE** – Processo 2023/18026-8 - Centro de Ciência de Dados para Estatísticas Públicas (CCDEP)

Estamos em negociação com a **RWTH (Universidade Parceira na IASMIN) - DAAD**

- Projeto UnViM: Ensuring Production Excellence through Machine Learning and Uncertainty Quantification in Virtual Measurement



Predição de Lesões do Hipocampo em Pacientes de Traumatismo Cranioencefálico com Aprendizado de Máquina

Caio Braga Silva

Orientador: Prof. Dr. Adriano Galindo Leal

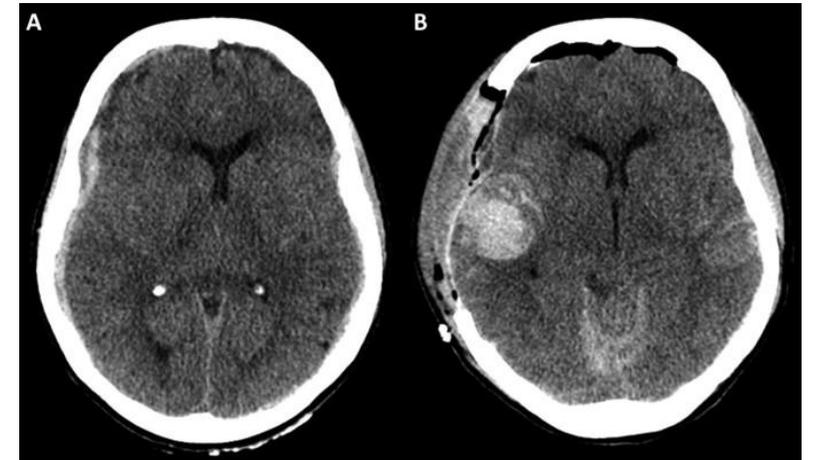
Apoiado no CCT pelo Dr. Vinícius Guirado



Apresentação e Contextualização do Problema

- O hipocampo é uma estrutura cerebral essencial para a memória e a navegação espacial.
- Variações em seu volume podem ocorrer após traumas, mas também por estímulos ambientais ou cognitivos.
- Lesões traumáticas encefálicas (TCE) podem resultar em alterações duradouras no volume hipocampal.
- A avaliação dessas mudanças depende de exames de imagem como TC e RM, que exigem interpretação manual especializada.
- O projeto propõe o uso de aprendizado de máquina para automatizar a predição de alterações no hipocampo ao longo de 18 meses após o trauma.

Figura 1 – Imagem de ressonância magnética demonstrando coágulos decorrentes de TCE



Fonte: Dekeyzer, S., van den Hauwe, L., Vande Vyvere, T., Parizel, P.M. (2019). Traumatic Brain Injury: Imaging Strategy. In: Barkhof, F., Jäger, H., Thurnher, M., Rovira, À. (eds) Clinical Neuroradiology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68536-6_27

Desenvolvimento e Validação de Algoritmo de Machine Learning na Avaliação Volumétrica de Calcificação na Válvula Aórtica para identificação de Estenose Aórtica

Marden Nadson Lelis Teixeira

Orientador: Prof. Dr. Adriano Galindo Leal

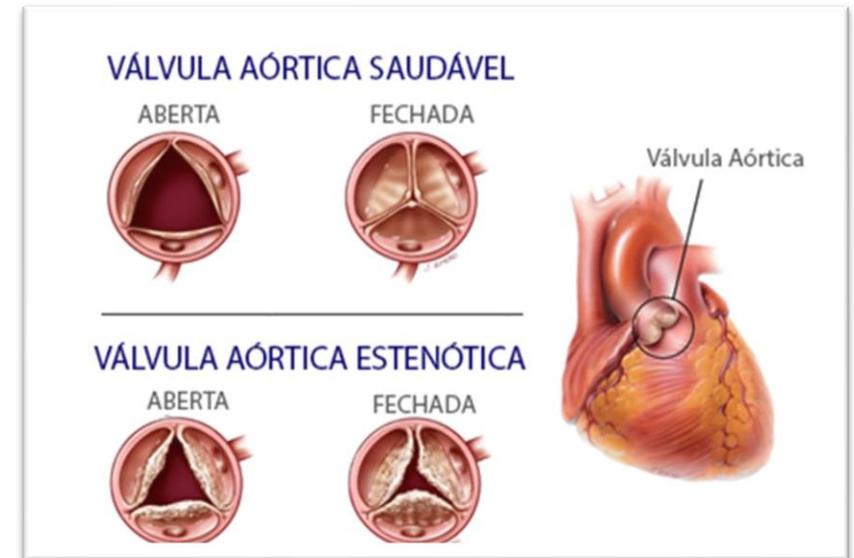
Apoiado pela Dra Débora de Azevedo do HU da USP



Apresentação e Contextualização do Problema

- A válvula aórtica é uma das quatro válvulas do coração humano.
- Responsável pela regulação do fluxo sanguíneo para a aorta.
- Possui três folhetos em forma de meia lua.
- O acúmulo de cálcio nos folhetos – Calcificação Valvar Aórtica – pode levar à estenose.
- Estenose aórtica – torna a válvula rígida ou calcificada, dificulta passagem do sangue.
- Projeto propõe um modelo de Machine Learning para quantificar CVA.

Figura 1 – Calcificação da válvula aórtica



Fonte: Prof.Dr. Diego Gaia. 2022.

Disponível em: <https://www.drdiegogaia.com.br/estenose-e-insuficiencia-aortica-cirurgico>. Acesso em: 09 mar. 2025.

Questão de Pesquisa / Objetivo / Hipótese

Questão de Pesquisa

- Como os algoritmos de machine learning podem ser aplicados para automação da avaliação da calcificação da válvula aórtica em exames de tomografia cardíaca não contrastada, comparando seu desempenho com o score de Agatston e a avaliação visual de especialistas? que doze meses para um par doador-receptor da fila de pacientes de transplante de fígado?

Objetivo Geral

- **Desenvolver e validar um algoritmo de machine learning para a identificação e quantificação da calcificação na válvula aórtica (CVA) em exames de tomografia computadorizada cardíaca não contrastada, garantindo precisão, reprodutibilidade e eficácia clínica.**

Objetivo Específico

- Criar um modelo de machine learning capaz de identificar automaticamente a CVA.
- Comparar os resultados do algoritmo com os métodos tradicionais (score de Agatston e avaliação radiológica) utilizando métricas como acurácia, sensibilidade, especificidade e coeficiente Kappa.
- Avaliar a reprodutibilidade e confiabilidade do algoritmo em diferentes populações.
- Propor um modelo automatizado de avaliação da CVA que possa ser integrado a fluxos clínicos, reduzindo a carga de trabalho dos especialistas e melhorando a padronização dos diagnósticos.



Um estudo sobre uso de inteligência artificial na predição de expectativa de vida de receptor de enxertos de fígado

Jose Ricardo

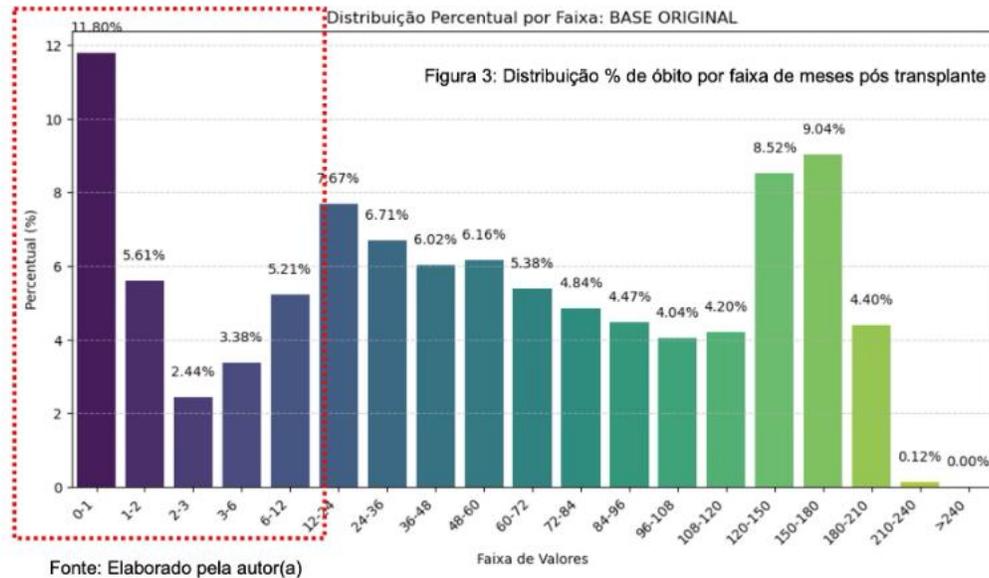
Orientador: Prof. Dr. Adriano Galindo Leal

Apoiado pelo Prof. Dr. Ben-Hur Ferraz Neto e Dr. Rodrigo Macacari



Apresentação e Contextualização

Figura 3: Distribuição % de óbito por faixa de meses pós transplante



26.71%

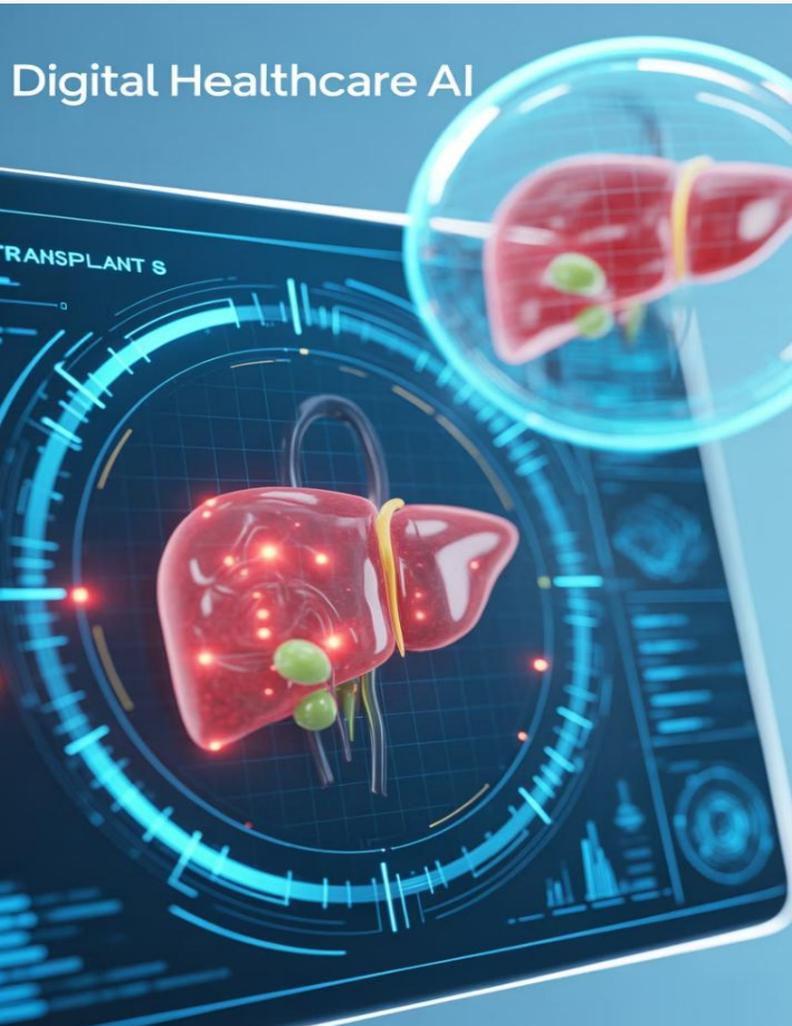
Óbitos em 12 meses

Percentual de pacientes transplantados que vão a óbito no primeiro ano

A aceitação de um enxerto para transplante é realizada pela equipe médica, baseando-se em exames clínicos e aspectos visuais do órgão. Cruz-Ramírez et al. (2013) destacam que esta decisão é um problema subjetivo, influenciado por dezenas ou centenas de variáveis.

GOÖPNĚ ĞMNOŮ ŃŃŃ Ě PPOŮVĀ

Questão de Pesquisa, Objetivo e Hipótese



Questão de Pesquisa

Como criar um modelo de inteligência artificial, baseado nos mesmos dados clínicos que as equipes de transplantes de fígado recebem, que possa prever a sobrevivência em doze meses para um par doador-receptor da fila de pacientes de transplante de fígado?



Objetivo

Desenvolver um modelo de inteligência artificial que possa prever a sobrevivência em doze meses para um par doador-receptor da fila de pacientes de transplante de fígado.



Hipótese

É possível desenvolver um modelo de inteligência artificial utilizando dados do doador, enxerto e receptor que possa aprimorar a seleção de receptores baseando-se na expectativa de vida em doze meses e reduzindo a perda de enxertos.

Trilema de 2025.

- O ChatGPT deve nos bajular, correndo o risco de alimentar delírios que podem sair de controle?
- Ou deve nos corrigir, o que exige acreditar que a IA pode atuar como terapeuta, apesar das evidências em contrário?
- Ou deveria nos informar com respostas frias e diretas, que podem deixar os usuários entediados e menos propensos a permanecer engajados?

KPIs e Supervisão Médica na Era da IA Generativa

Estratégias para Qualidade, Eficiência e Governança Responsável

Uma pequena provocação para o início de uma conversa para trazer mais previsibilidade...



Machine Bullshit e Governança Clínica

Conceito: declarações produzidas por IA com indiferença à verdade (Liang et al., 2025).

Formas: Empty rhetoric, Weasel words, Paltering, Unverified claims.

Risco em saúde: diagnósticos enganosos e condutas pouco transparentes.

KPIs sugeridos: taxa de paltering, frequência de afirmações não verificadas.

Proposta: criação de um 'Índice de Bullshit Clínico'.

Supervisão humana contínua como pilar de governança responsável.



Referência

- Liang, K., Hu, H., Zhao, X., Song, D., Griffiths, T. L., & Fernández Fisac, J. (2025).
- Machine Bullshit: Characterizing the Emergent Disregard for Truth in Large Language Models.
- arXiv:2507.07484. <https://arxiv.org/abs/2507.07484v1>



Contexto



IA generativa já coleta histórico, anamnese e sugere hipóteses diagnósticas.



Médico atua como validador e explicador das decisões da IA.



Necessidade de governança ética, transparente e colaborativa.

Rotina de Supervisão



Dupla validação: IA → médico assistente → médico supervisor.



Auditoria contínua de Atendimentos (amostragem)



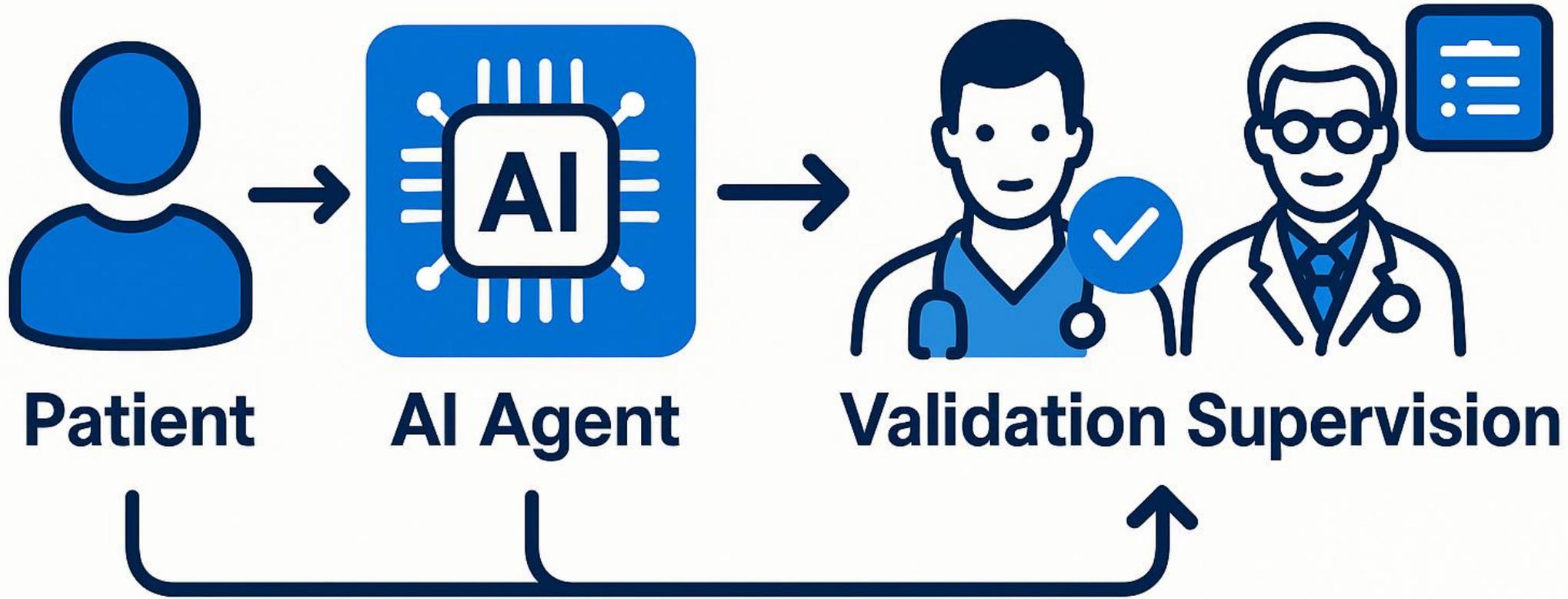
Reuniões semanais de revisão de casos.



Feedback estruturado para treinar a IA.



Registro transparente das divergências.



Patient

AI Agent

Validation Supervision

Fluxograma

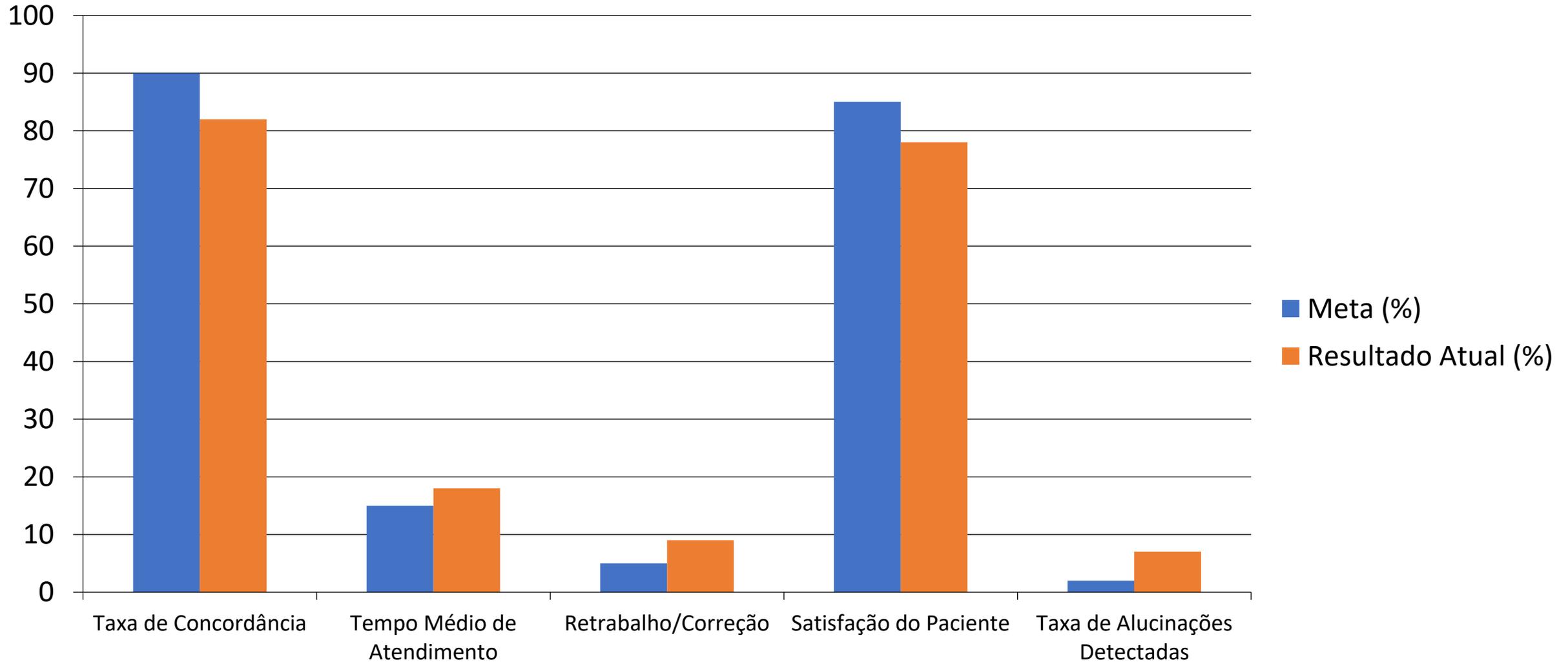
-  Paciente – fornece histórico, sintomas e exames.
-  Agente de IA – coleta e organiza dados; aplica LLMs + Graph RAGs; sugere hipóteses diagnósticas; gera relatório preliminar.
-  Médico Assistente – valida as hipóteses, explica condutas ao paciente e decide continuidade ou encaminhamento.
-  Médico Supervisor – revisa casos críticos ou amostrais; atua como segunda camada de segurança clínica; registra divergências; alimenta relatórios de governança.
-  Relatório Integrado de KPIs

KPIs e Supervisão Humana na IA em Saúde

Estabelecimento de protocolos de Governança e melhoria contínua;

- Indicadores de eficácia para decisões clínicas automatizadas
- Percentual mínimo de diagnósticos revisados por especialistas humanos
 - Taxa de Concordância entre IA e médico supervisor.
 - Tempo médio de atendimento (ganho de eficiência).
 - Taxa de retrabalho/revisão (quando IA erra ou é inconclusiva).
 - Índice de satisfação do paciente.
 - Taxa de diagnósticos explicáveis.
 - Incidência de alertas críticos.
 - Taxa de alucinações ou paltering detectados.

Dashboard de KPIs (Exemplo)



Benefícios

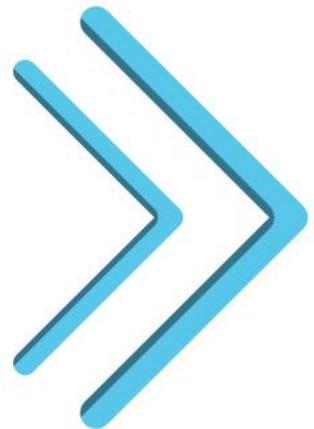
Escalabilidade no atendimento sem perda de qualidade.

Melhoria contínua da IA com supervisão médica.

Redução de erros diagnósticos e aumento da segurança.

Fortalecimento da confiança institucional e regulatória.

Obrigado!



Contatos



leal@ipt.br

lealphd

Dr. Adriano Leal

