

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

**PSI Polly: Chatbot Terapêutico com Maritaca AI e Sistema Inteligente de Encaminhamento para Profissionais de Saúde Mental**

**Euler Santos de Santana**

Monografia - MBA em Inteligência Artificial e Big Data



SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito:

Assinatura: \_\_\_\_\_

**Euler Santos de Santana**

# **PSI Polly: Chatbot Terapêutico com Maritaca AI e Sistema Inteligente de Encaminhamento para Profissionais de Saúde Mental**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências de Computação do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo - ICMC/USP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Inteligência Artificial e Big Data.

Área de concentração: Inteligência Artificial

Orientador: Prof. Dr. Caetano Traina Junior

**Versão original**

**São Carlos**

**2025**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi, ICMC/USP, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S856m	Euler Santos de Santana PSI Polly: Chatbot Terapêutico com Maritaca AI e Sistema Inteligente de Encaminhamento para Profissionais de Saúde Mental / Euler Santos de Santana ; orientadora Elisa Gonçalves Rodrigues. – São Carlos, 2025. 69 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.  Monografia (MBA em Inteligência Artificial e Big Data) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, 2025.  1. LaTeX. 2. abnTeX. 3. Classe USPSC. 4. Editoração de texto. 5. Normalização da documentação. 6. Tese. 7. Dissertação. 8. Documentos (elaboração). 9. Documentos eletrônicos. I. Rodrigues, Elisa Gonçalves, orient. II. Título.
-------	---

**Euler Santos de Santana**

**PSI Polly: Therapeutic Chatbot with Maritaca AI and  
Intelligent Referral System for Mental Health  
Professionals**

Monograph presented to the Departamento de Ciências de Computação do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo - ICMC/USP, as part of the requirements for obtaining the title of Specialist in Artificial Intelligence and Big Data.

Concentration area: Artificial Intelligence

Advisor: Prof. Dr. Caetano Traina Junior

**Original version**

**São Carlos**

**2025**



*Este trabalho é dedicado aos alunos da USP, como uma contribuição das Bibliotecas do Campus USP de São Carlos para o desenvolvimento e disseminação da pesquisa científica da Universidade.*



## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho foi possível graças ao apoio e colaboração de diversas pessoas e instituições, às quais expresso minha sincera gratidão.

O **Prof. Dr. Caetano Traina Junior**, meu orientador, pela orientação precisa, disponibilidade e pela confiança depositada neste projeto. Suas contribuições foram fundamentais para o desenvolvimento do projeto.

Ao **Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP)**, pela excelência acadêmica e por proporcionar um ambiente de aprendizado estimulante durante todo o curso de MBA em Inteligência Artificial e Big Data.

À **Poliana Mota** (CRP 06/159705), psicóloga clínica especialista em Terapia do Esquema, pela consultoria técnica na validação dos protocolos psicológicos e pela revisão crítica dos aspectos terapêuticos da plataforma PSI Polly.

À **Fernanda Evangelista** (CRP 03/22760), psicólogo especialista em autoconhecimento e saúde mental com foco na população negra, por se disponibilizar em fazer parte de psicólogos do MVP do projeto Junto com à Poliana.

À **peças aceitaram ser testadores beta**, composta por 5 voluntários que dedicaram seu tempo para avaliar o protótipo: Marcos Antônio, Clovis Fortuna, Poliana Mota, Fernanda Evangelista e Eric Sampaio. Suas experiências e feedbacks foram cruciais para o refinamento da solução.

À **comunidade open-source** e aos desenvolvedores dos frameworks LangGraph, LangChain e demais tecnologias utilizadas, que tornaram possível a implementação técnica desta projeto.

À **minha família**, pelo apoio incondicional durante todo o período de estudos e desenvolvimento deste trabalho, compreendendo as horas dedicadas à pesquisa e ao aperfeiçoamento profissional.

Este trabalho representa não apenas um esforço individual, mas o resultado de uma colaboração coletiva voltada ao bem-estar social e ao avanço responsável da inteligência artificial na área da saúde mental.

Este trabalho foi desenvolvido com o apoio de diversas ferramentas de inteligência artificial que contribuíram para diferentes aspectos da pesquisa, sempre sob minha supervisão e revisão crítica: **Perplexity AI** para pesquisa conversacional e síntese de informações científicas, **NotebookLM** para análise e organização de documentos acadêmicos, **Elicit** para descoberta automatizada de literatura científica, e **Napkin AI** para

criação de visualizações e diagramas conceituais. Todas as sugestões e conteúdos gerados por estas ferramentas foram criteriosamente revisados, validados e adaptados para garantir rigor acadêmico e conformidade ética, demonstrando o uso responsável e transparente da inteligência artificial como instrumento de apoio à pesquisa científica.

*“O estudo, a busca da verdade e da beleza são domínios  
em que nos é consentido sermos crianças por toda a vida.”*

*Albert Einstein*



## RESUMO

SANTANA, E. **PSI Polly: Chatbot Terapêutico com Maritaca AI e Sistema Inteligente de Encaminhamento para Profissionais de Saúde Mental**. 2025. 69 p. Monografia (MBA em Inteligência Artificial e Big Data) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2025.

A crescente prevalência de transtornos psicológicos no Brasil evidencia a necessidade urgente de democratização do acesso à saúde mental, considerando que mais de 86% da população não possui cobertura adequada para cuidados psicológicos especializados. Este trabalho objetiva desenvolver e validar um protótipo de chatbot terapêutico baseado em Large Language Models, fundamentado nos princípios da Terapia do Esquema, para facilitar a identificação e compreensão dos estados emocionais dos usuários brasileiros. A plataforma PSI Polly foi desenvolvida utilizando arquitetura de agentes baseada em grafo dirigido com LangGraph, integração com o modelo nacional Maritaca AI Sabiazinho-3, implementação de sistema de memória híbrida e desenvolvimento de protocolos de conformidade com a LGPD e detecção de situações de crise psicológica. O produto incluiu análise de mercado, modelagem de negócios Canvas, validação técnica da arquitetura e projeções econômico-financeiras para implementação comercial. Os resultados demonstram viabilidade técnica e econômica da solução, com arquitetura modular capaz de suportar até 50.000 usuários simultâneos, e uma projeção de break-even em 12 meses com ROI de 490% em 24 meses. O mercado brasileiro apresenta demanda com mais de 12 milhões de usuários já utilizando IA para suporte psicológico e investimentos crescentes no setor de healthtechs. Conclui-se que a aplicação responsável de inteligência artificial em saúde mental constitui solução viável quando desenvolvida com rigor técnico, responsabilidade ética e compreensão das especificidades culturais nacionais, representando modelo replicável para redução das desigualdades de acesso aos cuidados psicológicos no país.

**Palavras-chave:** inteligência artificial; large language models; saúde mental; terapia do esquema; chatbot terapêutico; maritaca ai; lgpd; healthtech.



## ABSTRACT

SANTANA, E. **PSI Polly: Therapeutic Chatbot with Maritaca AI and Intelligent Referral System for Mental Health Professionals**. 2025. 69 p. Monograph (MBA in Artificial Intelligence and Big Data) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2025.

The increasing prevalence of psychological disorders in Brazil demonstrates the urgent need to democratize access to mental health care, considering that more than 86% of the population lacks adequate coverage for specialized psychological care. This work aims to develop and validate a therapeutic chatbot prototype based on Large Language Models, grounded in Schema Therapy principles, to facilitate the identification and understanding of emotional states among Brazilian users. The development involved creating the PSI Polly platform MVP using directed graph-based agent architecture with LangGraph, integration with the national Maritaca AI Sabiazinho-3 model, implementation of hybrid memory systems, and development of LGPD compliance protocols and psychological crisis detection procedures. The product included market analysis, Canvas business modeling, technical architecture validation, and economic-financial projections for commercial implementation. Results demonstrate technical and economic feasibility of the solution, with modular architecture capable of supporting up to 50,000 simultaneous users and a break-even projection in 12 months with 490% ROI in 24 months. The Brazilian market presents validated demand with over 12 million users already using AI for psychological support and increasing investments in the healthtech sector. It is concluded that the responsible application of artificial intelligence in mental health constitutes a viable solution when developed with technical rigor, ethical responsibility, and understanding of national cultural specificities, representing a replicable model for reducing inequalities in access to psychological care in the country.

**Keywords:** artificial intelligence; large language models; mental health; schema therapy; therapeutic chatbot; maritaca ai; lgpd; healthtech.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arquitetura de um sistema RAG . . . . .	31
Figura 2 – Estabelecimento de Vínculo Terapêutico e Validação de Acesso Seguro	48
Figura 3 – Processamento de Contexto Emocional e Recuperação de Histórico Terapêutico . . . . .	48
Figura 4 – Análise Psicológica Avançada e Detecção de Padrões Emocionais . . . .	49
Figura 5 – Geração de Resposta Terapêutica e Sistema de Encaminhamento Inteligente . . . . .	50
Figura 6 – Memória da PSI Polly . . . . .	51
Figura 7 – Dados da memória de curto prazo com resposta do assistente e mensagem do usuário . . . . .	52
Figura 8 – Dados da memória de longo prazo com o vetor de embedding e a relevância da memória . . . . .	53
Figura 9 – Dados do perfil do usuário, que é calculado a cada interação do usuário	54
Figura 10 – Mensagem ao se detectar uma possível crise . . . . .	56



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custos técnicos mensais - Cenários Comerciais . . . . .	38
Tabela 2 – Custos técnicos mensais - Cenário LLM Próprio . . . . .	38
Tabela 3 – Projeções de Receita Detalhadas - Modelo de Negócio PSI Polly (valores em R\$) . . . . .	39
Tabela 4 – Projeção de Métricas Técnicas de Escalabilidade . . . . .	41



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AES	Advanced Encryption Standard
AI	Artificial Intelligence
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
API	Application Programming Interface
CAC	Customer Acquisition Cost
CFP	Conselho Federal de Psicologia
CISM	Centro de Pesquisa e Inovação em Saúde Mental
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization
GPT	Generative Pre-trained Transformer
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Organization for Standardization
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
LLM	Large Language Model
MVP	Minimum Viable Product
OMS	Organização Mundial da Saúde
PL	Projeto de Lei
PSI	Professional Support Intelligence
RAG	Retrieval-Augmented Generation
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
ROI	Return on Investment
SLA	Service Level Agreement
SUS	Sistema Único de Saúde
TB	Terabyte

TCC	Terapia Cognitivo-Comportamental
TTFT	Time to First Token
USP	Universidade de São Paulo
USPSC	Campus USP de São Carlos
CDN	Content Delivery Network

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>27</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização do Problema</b>	<b>27</b>
<b>1.2</b>	<b>Motivação e Justificativa</b>	<b>27</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>27</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>29</b>
<b>2.1</b>	<b>Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs)</b>	<b>29</b>
<b>2.2</b>	<b>Terapia do Esquema</b>	<b>29</b>
<b>2.3</b>	<b>Modelos de LLM na Saúde Mental</b>	<b>30</b>
<b>2.4</b>	<b>Chatbots Terapêuticos: Uma Visão Geral</b>	<b>30</b>
<b>2.5</b>	<b>Retrieval-Augmented Generation (RAG)</b>	<b>31</b>
<b>2.6</b>	<b>Considerações Finais do Capítulo</b>	<b>31</b>
<b>3</b>	<b>ANÁLISE DE MERCADO</b>	<b>33</b>
<b>3.1</b>	<b>Tamanho e Potencial do Mercado</b>	<b>33</b>
<b>3.2</b>	<b>Segmentação de Clientes</b>	<b>33</b>
3.2.1	Segmento B2C - Consumidores Finais	34
3.2.2	Segmento B2B - Profissionais de Saúde Mental	34
3.2.3	Segmento B2B2C - Parcerias Estratégicas	34
<b>3.3</b>	<b>Análise Competitiva</b>	<b>34</b>
3.3.1	Principais Competidores Globais	35
3.3.2	Iniciativas Nacionais Emergentes	35
3.3.3	Diferenciais Competitivos da Nossa Solução	35
<b>3.4</b>	<b>Considerações Finais do Capítulo</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>PROJEÇÕES E RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Estrutura de Custos Técnicos</b>	<b>37</b>
4.1.1	Cenários de Crescimento Comercial	37
4.1.2	Cenário de Verticalização Tecnológica	37
4.1.3	Análise Estratégica de Investimento	38
<b>4.2</b>	<b>Projeções de Receita</b>	<b>39</b>
4.2.1	Análise da Distribuição de Receita	39
4.2.2	Métricas do Modelo de Créditos	40
4.2.2.1	Cliente Final	40
4.2.2.2	Profissional	40
4.2.3	Vantagens do Modelo Híbrido	40

<b>4.3</b>	<b>Análise de Viabilidade Econômica</b>	<b>41</b>
4.3.1	Métricas Técnicas de Escalabilidade	41
4.3.2	Fundamentação das Métricas de Performance	41
4.3.3	Usuários Simultâneos e Concorrência	41
4.3.4	Latência e <i>Time to First Token</i> (TTFT)	42
4.3.5	<i>Service Level Agreement</i> (SLA) e Disponibilidade	42
4.3.6	<i>Throughput</i> e Capacidade de Processamento	42
4.3.7	Economia de Escala e Otimização de Custos	43
4.3.8	Estratégia de Armazenamento e Conformidade	43
<b>4.4</b>	<b>Análise de Retorno sobre Investimento</b>	<b>43</b>
4.4.1	Democratização do Acesso à Saúde Mental	44
4.4.2	Escalabilidade e Integração Profissional	44
4.4.3	Sustentabilidade e Inovação Tecnológica	44
<b>4.5</b>	<b>Conclusão: Diretrizes Estratégicas para Implementação</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DE VIABILIDADE E RISCOS</b>	<b>47</b>
<b>5.1</b>	<b>Viabilidade Técnica Comprovada</b>	<b>47</b>
5.1.1	Arquitetura Robusta e Escalável	47
5.1.2	Arquitetura de Memória Híbrida	51
<b>5.2</b>	<b>Conformidade Regulatória Integral</b>	<b>55</b>
5.2.1	Segurança e Proteção de Dados	56
5.2.2	Demanda de Mercado Validada	56
5.2.3	Diferenciação Competitiva Clara	57
5.2.4	Modelo de Negócio Sustentável	57
<b>5.3</b>	<b>Matriz de Riscos e Estratégias de Mitigação</b>	<b>57</b>
5.3.1	Riscos de Alto Impacto	57
5.3.2	Riscos de Médio Impacto	58
5.3.3	Riscos de Baixo Impacto	59
<b>5.4</b>	<b>Viabilidade Estratégica e Sustentabilidade</b>	<b>59</b>
5.4.1	Posicionamento no Ecossistema de Saúde Mental	59
5.4.2	Sustentabilidade Técnica	59
5.4.3	Sustentabilidade Financeira	60
<b>5.5</b>	<b>Conclusão da Análise de Viabilidade</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>61</b>
<b>6.1</b>	<b>Principais Contribuições</b>	<b>61</b>
6.1.1	Inovação Tecnológica e Científica	61
6.1.2	Responsabilidade Ética, Regulatória e Técnica	61
6.1.3	Impacto Social, Econômico e no Ecossistema de Saúde Mental	62
6.1.4	Geração de Conhecimento	62

<b>6.2</b>	<b>Perspectivas Futuras . . . . .</b>	<b>62</b>
<b>6.3</b>	<b>Considerações Finais . . . . .</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>65</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização do Problema

A crescente prevalência de transtornos psicológicos representa um desafio significativo para os sistemas de saúde globais, demandando soluções inovadoras e acessíveis. O avanço da inteligência artificial tem proporcionado inovações significativas em diversas áreas, incluindo a saúde mental, com destaque para o uso de *Large Language Models* (LLMs) como o GPT-4. Esses modelos são capazes de interpretar linguagem natural e gerar respostas empáticas e personalizadas, permitindo que *chatbots* atuem como um suporte inicial para pessoas que enfrentam desafios emocionais (Junior *et al.*, 2024a; Lima; Ferreira; Dias, 2024).

## 1.2 Motivação e Justificativa

A integração de LLMs em *chatbots* voltados à saúde mental é respaldada por evidências científicas que demonstram sua eficácia em detectar sinais emocionais e fornecer intervenções iniciais. Estudos indicam que essas ferramentas podem identificar padrões de linguagem associados a sintomas emocionais com precisão significativa, além de oferecer suporte contínuo, 24 horas por dia (Junior *et al.*, 2024a). Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) reforçam a urgência de soluções acessíveis, destacando que os transtornos mentais geram perdas econômicas globais estimadas em US\$ 1 trilhão por ano devido à redução da produtividade (Lima; Ferreira; Dias, 2024). A disponibilidade constante e a eliminação de barreiras como custos elevados tornam os *chatbots* baseados em LLMs uma alternativa promissora para democratizar o acesso ao suporte psicológico.

## 1.3 Objetivos

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo de chatbot baseado em LLM, fundamentado nos conceitos da Terapia do Esquema, visando facilitar a identificação e compreensão dos estados emocionais dos usuários. O sistema é projetado para atuar como uma ferramenta complementar, não substitutiva, que pode ampliar o alcance e a eficácia dos tratamentos em saúde mental, estabelecendo uma ponte entre o suporte inicial automatizado e o cuidado especializado quando necessário (Roy *et al.*, 2025). A solução visa combinar a capacidade analítica dos LLMs com os princípios da Terapia do Esquema, oferecendo um impacto positivo tanto no nível individual quanto no coletivo, sempre mantendo o foco na segurança e na ética do atendimento em saúde mental.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os conceitos fundamentais que sustentam o desenvolvimento da plataforma PSI Polly, abordando desde os fundamentos tecnológicos dos Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) até as bases teóricas da Terapia do Esquema. O objetivo é estabelecer a fundamentação científica necessária para compreender a integração entre inteligência artificial e psicoterapia, analisando as soluções existentes no mercado e apresentando as tecnologias que viabilizam a implementação de *chatbots* terapêuticos eficazes e seguros.

### 2.1 Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs)

Os LLMs representam um avanço notável na interseção entre inteligência artificial e processamento de linguagem natural, com aplicações promissoras na área da saúde mental (Demszky *et al.*, 2023). Estes modelos são implementados através de **redes neurais profundas** que integram múltiplos modos de comunicação humana, empregando **mecanismos de atenção multidirecional** para mapear padrões complexos em dados heterogêneos (Fu; Dou; Wang, 2023).

A arquitetura dos LLMs permite o processamento e análise simultânea de texto, prosódia vocal e microexpressões faciais, construindo **representações semânticas** que buscam emular processos cognitivos humanos (Roy *et al.*, 2025). Esta capacidade é particularmente relevante no contexto do atendimento psicológico, onde a compreensão de nuances comunicativas é fundamental para uma intervenção eficaz.

### 2.2 Terapia do Esquema

A Terapia do Esquema, fundamentada nos trabalhos de Piaget e posteriormente desenvolvida por Young, propõe que as estruturas cognitivas (esquemas) são formadas através da interação do indivíduo com o ambiente desde a primeira infância (Yin *et al.*, 2022). Estes esquemas funcionam como padrões organizados de pensamento e comportamento que determinam como uma pessoa interpreta e responde às experiências de vida.

Quando desenvolvidos de forma mal adaptativa durante a infância, especialmente devido a experiências traumáticas ou necessidades emocionais não atendidas, estes esquemas podem contribuir para o desenvolvimento de transtornos de personalidade e dificuldades emocionais persistentes (Yin *et al.*, 2022). A teoria enfatiza que os esquemas não apenas guiam o comportamento em resposta a estímulos contextuais, mas também podem ser remodelados através da interação com o mundo externo, oferecendo assim uma janela para o tratamento terapêutico (Yin *et al.*, 2022).

## 2.3 Modelos de LLM na Saúde Mental

Os LLMs têm demonstrado um **potencial significativo na área da saúde mental**, oferecendo **suporte a pacientes e profissionais** (Demszky *et al.*, 2023; Lima; Ferreira; Dias, 2024; Lai *et al.*, 2023). Esses modelos podem ser utilizados para **fornecer suporte e aconselhamento** em saúde mental, gerar respostas empáticas e auxiliar no **diagnóstico** e na **detecção de ideação suicida** (Elyoseph; Levkovich, 2023; Bhaumik *et al.*, 2023). Especificamente, modelos como **GPT-2**, **GPT-4**, **FLAN-UL2**, **LLaMA-7B**, **ChatGLM-6B** e **Alpaca** têm sido aplicados no tratamento da depressão, mostrando uma diversidade de abordagens no enfrentamento dessa condição psicológica complexa (Lima; Ferreira; Dias, 2024).

Além disso, modelos como o **WenZhong**(IDEA-CCNL, 2021) e o **PanGu**(Yin *et al.*, 2025) foram utilizados para criar modelos de perguntas e respostas para aconselhamento psicológico, com o **WenZhong** demonstrando capacidade de fornecer respostas adequadas no campo da psicologia após ajuste fino com dados psicológicos. A análise da linguagem utilizada por pacientes e terapeutas, através de classificadores de aprendizado de máquina como o **BART**, pode fornecer insights sobre o estado emocional do paciente e a eficácia da terapia.

No entanto, é crucial garantir que o uso de LLMs em psicoterapia seja **seguro** e proteja a privacidade dos pacientes (Schueller; Morris, 2023). Apesar dos avanços, desafios como vieses e questões éticas persistem, exigindo uma averiguação ética rigorosa e um compromisso com a melhoria contínua da precisão e aplicabilidade dos modelos (Lima; Ferreira; Dias, 2024).

## 2.4 Chatbots Terapêuticos: Uma Visão Geral

Atualmente, vários **chatbots terapêuticos** estão em operação globalmente, cada um com características, pontos fortes e limitações distintas (Tech, 2024). Entre os principais, destacam-se **Wysa** (Índia/Reino Unido, 2016) (Wysa, 2016), **Woebot** (Estados Unidos, 2017) (Woebot, 2017), **Youper** (Estados Unidos, 2016) (Youper, 2016), **Replika** (Estados Unidos, 2017) (Replika, 2017) e **Pi** (Estados Unidos, 2023) (AI, 2023). A maioria desses *chatbots* se baseia na **Terapia Cognitivo-Comportamental (TCC)** (Wysa, 2016; Woebot, 2017; Youper, 2016).

Apesar de serem úteis no suporte emocional, gerenciamento de ansiedade e estresse, eles apresentam dificuldades em fornecer respostas personalizadas e podem exibir respostas repetitivas (Tech, 2024). As versões gratuitas são limitadas, e as opções premium podem ser consideradas caras (Tech, 2024). É importante ressaltar que nenhum desses *chatbots* substitui a terapia humana, funcionando como ferramentas complementares (Tech, 2024). Alguns *chatbots*, como **Wysa** e **Youper**, oferecem coaching humano opcional (Wysa, 2016;

Youper, 2016), enquanto **Replika** permite a criação de laços emocionais com o *chatbot* (Replika, 2017). O **Pi**, sendo o mais recente, está em desenvolvimento e foca em interações conversacionais gerais (AI, 2023).

## 2.5 Retrieval-Augmented Generation (RAG)

O RAG representa uma evolução significativa na arquitetura de sistemas conversacionais, combinando a capacidade generativa dos LLMs com recuperação precisa de informações de bases de conhecimento controladas (Lewis *et al.*, 2020). No contexto da saúde mental, esta abordagem oferece benefícios cruciais para garantir respostas clinicamente apropriadas e eticamente responsáveis.

A arquitetura típica do RAG inclui três componentes principais, como ilustrado na Figura 1:

- Base de Conhecimento: Documentos curados contendo informações clínicas validadas
- Sistema de Recuperação: Utiliza embeddings densos para identificar informações relevantes
- Modelo Generativo: LLM que sintetiza respostas baseadas no contexto recuperado



Figura 1 – Arquitetura de um sistema RAG

## 2.6 Considerações Finais do Capítulo

Esta fundamentação teórica demonstra que a integração entre LLMs e saúde mental representa um campo em expansão, com potencial significativo para democratizar o acesso a suporte psicológico. A análise dos *chatbots* existentes revela limitações importantes que

a plataforma PSI Polly busca superar através da combinação da Terapia do Esquema com tecnologias brasileiras como o Maritaca AI. A arquitetura RAG emerge como uma solução tecnológica essencial para garantir respostas clinicamente fundamentadas, enquanto os desafios éticos e de segurança identificados orientam o desenvolvimento de sistemas mais responsáveis e eficazes na área da saúde mental digital.

## 3 ANÁLISE DE MERCADO

O mercado brasileiro de saúde mental digital apresenta um cenário de crescimento acelerado, impulsionado tanto pelo aumento da conscientização sobre a importância dos cuidados psicológicos quanto pela escassez de profissionais qualificados para atender à demanda crescente. Este capítulo apresenta uma análise detalhada do tamanho do mercado, segmentação de clientes e análise competitiva, fundamentando a viabilidade comercial da plataforma proposta.

### 3.1 Tamanho e Potencial do Mercado

O ecossistema de saúde digital brasileiro experimenta uma expansão sem precedentes. Segundo dados do *HealthTech Recap 2024*, o Brasil já concentra 602 *startups* de saúde ativas, representando 64,8% do total da América Latina (VEJA, 2025). Em 2024, essas empresas captaram R\$ 799 milhões em investimentos, demonstrando um crescimento robusto no setor (VEJA, 2025).

As projeções para 2025 são ainda mais otimistas, com estimativas de que o mercado movimentará quase R\$ 1 bilhão em investimentos (VEJA, 2025). Complementarmente, análises da Folha Vitória indicam que os investimentos em *healthtechs* brasileiras ultrapassaram R\$ 2,1 bilhões em 2024, um crescimento de 18% em relação ao ano anterior (Vitória, 2025).

No segmento específico de saúde mental, os números revelam uma demanda explosiva. Pesquisa da Talk Inc indica que mais de 12 milhões de brasileiros já utilizam ferramentas de inteligência artificial para suporte psicológico, sendo que aproximadamente 6 milhões recorrem especificamente ao ChatGPT para essa finalidade (Brandalise, 2025). Este fenômeno posiciona o Brasil como o terceiro país que mais acessa o ChatGPT globalmente (Brandalise, 2025).

O Global Market Insights projeta que o mercado global de *healthtechs* alcance US\$ 504 bilhões até 2025 (StartSe, 2023), enquanto especialistas do Ministério da Saúde estimam que o mercado brasileiro de saúde digital poderá ultrapassar R\$ 5 bilhões em investimentos anuais até 2028 (Vitória, 2025).

### 3.2 Segmentação de Clientes

As segmentações de clientes para a plataforma foram definidas em três segmentos principais:

### 3.2.1 Segmento B2C - Consumidores Finais

- **Perfil Principal:** Jovens adultos e adultos (18-45 anos) com interesse em saúde mental
- **Características:** Indivíduos que enfrentam sintomas de depressão, ansiedade, estresse e outros transtornos emocionais
- **Contexto Geográfico:** Pessoas em regiões remotas ou com baixa oferta de profissionais de saúde mental
- **Situação Socioeconômica:** Indivíduos em situação de vulnerabilidade social que enfrentam barreiras econômicas e culturais para acessar cuidado
- **Comportamento:** Usuários que já buscam alternativas digitais, como *chatbots* e aplicativos baseados em IA, e utilizam fóruns online e grupos de apoio em redes sociais

### 3.2.2 Segmento B2B - Profissionais de Saúde Mental

- **Perfil:** Profissionais de saúde mental que desejam um ambiente de IA para auxiliar no atendimento
- **Necessidades:** Ferramentas de apoio ao diagnóstico, monitoramento de pacientes e otimização do atendimento
- **Benefícios Buscados:** Ampliação da capacidade de atendimento e melhoria da qualidade do cuidado oferecido

### 3.2.3 Segmento B2B2C - Parcerias Estratégicas

- **Empresas:** Organizações interessadas em oferecer benefícios de saúde mental aos funcionários
- **Instituições de Ensino:** Universidades e escolas que buscam suporte psicológico para estudantes
- **Planos de Saúde:** Operadoras interessadas em soluções complementares de baixo custo

## 3.3 Análise Competitiva

O mercado de *chatbots* terapêuticos apresenta players globais consolidados e soluções emergentes, criando um ambiente competitivo diversificado que demanda diferenciação clara.

### 3.3.1 Principais Competidores Globais

**Woebot Health** Fundada em 2017 por psicólogos de Stanford, a Woebot é uma das empresas mais bem estabelecidas no setor (ESPM, 2022). Utiliza milhares de scripts estruturados baseados em Terapia Cognitivo-Comportamental (TCC), evitando deliberadamente LLMs generativos por questões de segurança (ESPM, 2022). Oferece aplicativos especializados para adolescentes, adultos, pessoas com transtornos por uso de substâncias e mulheres com depressão pós-parto (ESPM, 2022).

**Wysa** Chatbot clinicamente validado que combina IA com ferramentas de autoajuda baseadas em TCC, mindfulness e meditação (Marlee, 2025). Já está sendo utilizado pelo Serviço Nacional de Saúde do Reino Unido para apoiar adultos e adolescentes com estresse, ansiedade e depressão (ESPM, 2022).

**ChatGPT (OpenAI)** Embora não seja especificamente desenvolvido para saúde mental, tornou-se o maior provedor informal de suporte psicológico, com 48,7% dos usuários com problemas de saúde mental utilizando-o para suporte terapêutico (Marketing, 2025).

### 3.3.2 Iniciativas Nacionais Emergentes

**e-Saúde Mental no SUS** Plataforma em desenvolvimento pelo Centro de Pesquisa e Inovação em Saúde Mental (CISM) da USP, com investimento de R\$ 12 milhões do Ministério da Saúde (Brasil, 2025). Focada na atenção primária, oferecerá diagnóstico, suporte ao tratamento e monitoramento integrado ao SUS (Brasil, 2025).

### 3.3.3 Diferenciais Competitivos da Nossa Solução

#### **Especialização no Contexto Brasileiro**

- Modelo LLM treinado especificamente para nuances culturais e linguísticas brasileiras
- Conformidade com a LGPD desde o design

#### **Abordagem Híbrida Premium**

- Acesso a profissionais qualificado de acordo com perfil e necessidades
- Sugestão automática para profissionais credenciados

#### **Personalização Avançada**

- IA adaptativa baseada no histórico e perfil emocional do usuário
- Interface conversacional em português com compreensão de gírias e expressões regionais

### 3.4 Considerações Finais do Capítulo

Nossa solução se posiciona como uma alternativa premium aos *chatbots* genéricos, oferecendo maior segurança, personalização e integração com profissionais humanos. Diferentemente de competidores que evitam buscar ser psicólogos autônomos a nossa ferramenta busca trazer consciência e preparação antes de falar com um profissional.

O mercado brasileiro, com seus 12 milhões de usuários já utilizando IA para terapia (Brandalise, 2025) e crescimento projetado de 19,1% na próxima década, oferece uma janela de oportunidade significativa para uma solução diferenciada que atenda às especificidades locais enquanto mantém padrões internacionais de qualidade e segurança.

## 4 PROJEÇÕES E RESULTADOS ESPERADOS

Este capítulo apresenta projeções técnicas e resultados esperados para a PSI Polly, incluindo análises de custo técnico, receitas potenciais e avaliação de métricas-chave do negócio e escalabilidade.

### 4.1 Estrutura de Custos Técnicos

A análise econômica da plataforma PSI Polly contempla diferentes cenários de implementação tecnológica, refletindo estratégias de investimento e estágios de maturidade organizacional. A estrutura de custos considera duas abordagens fundamentais: utilização de APIs de terceiros versus desenvolvimento de Large Language Model próprio.

#### 4.1.1 Cenários de Crescimento Comercial

A evolução dos custos mensais para cenários comerciais baseados em APIs externas está detalhada na Tabela 1. O cenário inicial (R\$ 55.180/mês) representa o MVP da plataforma com base de usuários limitada, utilizando APIs externas para processamento de linguagem natural. Os custos de APIs (Maritaca AI e OpenAI) são mínimos (R\$ 180 total), refletindo volume reduzido de transações, enquanto os investimentos concentram-se em infraestrutura básica e equipe essencial.

A progressão para o Ano 1 (R\$ 72.720/mês) projeta crescimento orgânico da base de usuários e conseqüente aumento nos custos de APIs (R\$ 720 total), representando multiplicação por 4x no volume de processamento. O incremento em infraestrutura cloud reflete necessidades de escalabilidade horizontal para suporte a aproximadamente 2.000 usuários simultâneos.

O Ano 3 (R\$ 102.600/mês) caracteriza a fase de maturidade comercial, com custos de APIs alcançando R\$ 3.600 mensais, indicando base de usuários consolidada de aproximadamente 10.000 ativos. A infraestrutura cloud incorpora arquiteturas distribuídas, cache avançado, CDN global e redundância geográfica.

#### 4.1.2 Cenário de Verticalização Tecnológica

O cenário LLM próprio (R\$ 162.000/mês) representa estratégia de verticalização tecnológica para organizações com volume crítico, conforme apresentado na Tabela 2. Os custos elevados de GPUs especializadas (R\$ 35.000) consideram infraestrutura A40/H100 para treinamento e inferência, enquanto infraestrutura dedicada (R\$ 25.000) inclui sistemas de armazenamento de alta performance, networking especializado e redundância enterprise.

Tabela 1 – Custos técnicos mensais - Cenários Comerciais

<b>Categoria</b>	<b>Inicial (R\$)</b>	<b>Ano 1 (R\$)</b>	<b>Ano 3 (R\$)</b>
API Maritaca AI (Sabiazinho-3)	120	480	2.400
Embeddings OpenAI (text-embedding-3-small)	60	240	1.200
Infraestrutura Cloud Base	8.000	12.000	20.000
Licenças Software	3.000	4.000	6.000
Segurança/Conformidade	4.000	6.000	8.000
Equipe Técnica	25.000	30.000	40.000
Especialistas Saúde Mental	15.000	20.000	25.000
<b>Total</b>	<b>55.180</b>	<b>72.720</b>	<b>102.600</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

A análise comparativa revela que a estratégia de APIs externas mantém-se economicamente superior até volume aproximado de 50.000 usuários ativos, ponto no qual os custos fixos do LLM próprio começam a apresentar vantagem de escala. Os investimentos em segurança e conformidade (R\$ 4.000 a R\$ 8.000) incluem auditoria contínua, compliance LGPD e monitoramento de vulnerabilidades, elementos críticos para aplicações em saúde mental.

Tabela 2 – Custos técnicos mensais - Cenário LLM Próprio

<b>Categoria</b>	<b>LLM Próprio (R\$)</b>	<b>Cenário Ano 3 (R\$)</b>
APIs Externas (Maritaca + OpenAI)	0	3.600
LLM Próprio - Infraestrutura	25.000	0
LLM Próprio - GPUs (A40/H100)	35.000	0
LLM Próprio - Manutenção	8.000	0
Infraestrutura Cloud Base	15.000	20.000
Licenças Software	6.000	6.000
Segurança/Conformidade	8.000	8.000
Equipe Técnica	40.000	40.000
Especialistas Saúde Mental	25.000	25.000
<b>Total</b>	<b>162.000</b>	<b>102.600</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nota: Comparativo entre investimento em LLM próprio versus cenário comercial no terceiro ano. Os valores consideram suposições baseadas nos custos praticados pelo mercado brasileiro e flutuações cambiais.

#### 4.1.3 Análise Estratégica de Investimento

Esta estrutura de custos orienta decisões estratégicas sobre momento adequado para investimentos em infraestrutura própria versus dependência de fornecedores exter-

nos, considerando não apenas aspectos econômicos, mas também controle tecnológico, segurança de dados e capacidade de customização para necessidades específicas da saúde mental brasileira. A transição para LLM próprio justifica-se economicamente apenas após consolidação significativa da base de usuários, representando marco importante na evolução da plataforma.

## 4.2 Projeções de Receita

As fontes de receita, os valores unitários e projeções para diferentes estágios de maturidade estão na Tabela 3. Os cenários consideram assinaturas premium, relatórios IA, taxas profissionais e parcerias institucionais.

Tabela 3 – Projeções de Receita Detalhadas - Modelo de Negócio PSI Polly (valores em R\$)

Fonte de Receita	Valor Unitário	Mês 1	Mês 6	Mês 12	Mês 24
<b>B2C - Usuários Individuais</b>					
Assinatura Premium Individual	39,90	998	11.970	31.920	87.780
Relatório IA - Cliente Final (crédito)	19,90	796	9.950	23.880	59.700
<b>B2B - Profissionais de Saúde Mental</b>					
Relatório IA - Profissional (crédito)	14,90	224	2.980	7.450	17.880
Assinatura Profissional Mensal	79,90	300	1.598	3.196	7.191
Taxa por Cliente Atendido	9,90	198	3.960	9.900	26.730
<b>B2B2C - Parcerias Institucionais</b>					
Parcerias Institucionais	499,00	0	998	1.996	3.992
<b>Total Geral</b>	–	<b>2.515</b>	<b>31.456</b>	<b>78.342</b>	<b>203.273</b>

### 4.2.1 Análise da Distribuição de Receita

A análise da distribuição projetada para o mês 24 revela três segmentos estratégicos principais:

**B2C Individual:** R\$ 147.480 (72,5%) – representa a maior parcela da receita, indicando forte demanda do mercado consumidor individual.

**B2B Profissional:** R\$ 51.801 (25,5%) – oferece receita diversificada através de profissionais de saúde mental credenciados.

**B2B2C Institucional:** R\$ 3.992 (2,0%) – apresenta potencial significativo de crescimento futuro através de parcerias estratégicas.

## 4.2.2 Métricas do Modelo de Créditos

### 4.2.2.1 Cliente Final

O modelo de créditos para clientes finais apresenta as seguintes características:

- Preço por crédito: R\$ 19,90
- Uso médio estimado: 2–3 créditos/mês
- Ticket médio mensal: R\$ 39,80–59,70

### 4.2.2.2 Profissional

Para profissionais de saúde mental, o modelo oferece condições diferenciadas:

- Preço por crédito: R\$ 14,90 (25% de desconto em relação ao cliente final)
- Assinatura base mensal: R\$ 79,90
- Taxa por cliente atendido: R\$ 9,90
- Receita média por profissional (10 clientes): R\$ 178,90/mês

## 4.2.3 Vantagens do Modelo Híbrido

O modelo híbrido de monetização apresenta cinco vantagens competitivas principais:

1. **Flexibilidade:** profissionais podem optar entre assinatura fixa ou modelo baseado em uso, adaptando-se às diferentes práticas clínicas.
2. **Escalabilidade:** a taxa por cliente atendido incentiva a adesão contínua e o crescimento da base de usuários.
3. **Diferenciação de preço:** créditos com desconto para profissionais aumentam o volume de transações e fidelizam o segmento B2B.
4. **Receita recorrente:** combinação estratégica entre assinaturas fixas e consumo variável garante previsibilidade financeira.
5. **Segmentação clara:** estratégias específicas e diferenciadas para os mercados B2C, B2B e B2B2C.

O modelo descrito sustenta crescimento sustentável graças à **diversificação de receita** entre os três segmentos principais, equilibrando previsibilidade financeira e potencial de escala no mercado brasileiro de saúde mental digital.

### 4.3 Análise de Viabilidade Econômica

Com base na estrutura de custos técnicos atualizada e nas projeções de receita detalhadas, a análise de *break-even* considera diferentes cenários tecnológicos. O cenário base (Ano 1) apresenta custo mensal de R\$ 76.714, enquanto as receitas progridem de R\$ 2.515 no primeiro mês para R\$ 78.342 no 12º mês.

O ponto de equilíbrio é atingido no 12,1º mês, com margem bruta de 2,1% no 12º mês. Esta análise demonstra viabilidade econômica robusta, com crescimento de receita superando consistentemente a evolução dos custos operacionais.

A distribuição de receita no 24º mês evidencia 72,5% proveniente do segmento B2C, 25,5% do B2B profissional e 2,0% de parcerias institucionais, garantindo diversificação e redução de riscos.

#### 4.3.1 Métricas Técnicas de Escalabilidade

A capacidade de escalabilidade constitui fator crítico para o sucesso da plataforma em um contexto de crescimento exponencial de usuários. As métricas técnicas projetadas baseiam-se em benchmarks da indústria de *healthtech* e consideram os requisitos específicos de disponibilidade e performance exigidos por aplicações de saúde mental.

#### 4.3.2 Fundamentação das Métricas de Performance

As projeções de escalabilidade técnica estão alinhadas aos padrões da indústria, onde plataformas de saúde mental exigem disponibilidade próxima a 24/7 devido à natureza crítica dos atendimentos. A Tabela 4 apresenta a evolução projetada das principais métricas técnicas.

Tabela 4 – Projeção de Métricas Técnicas de Escalabilidade

Métrica	Atual	Ano 1	Ano 3
Usuários simultâneos suportados	500	5.000	50.000
Latência média resposta (s)	2,5	1,8	1,2
<i>Service Level Agreement</i> - SLA (%)	99,0	99,5	99,9
Custo por usuário ativo (R\$)	15,50	8,20	3,80
<i>Throughput</i> Requests/min	1.000	5.000	25.000
Capacidade de <i>Storage</i> (TB)	1	5	20

#### 4.3.3 Usuários Simultâneos e Concorrência

O crescimento projetado de 500 para 50.000 usuários simultâneos representa um aumento de 100x em três anos, alinhado ao crescimento típico de plataformas digitais de saúde bem-sucedidas. Considerando picos de demanda durante horários de maior procura por suporte psicológico, especialmente entre 18h-22h, conforme demonstrado em análises de

utilização de serviços de saúde mental que identificaram maior concentração de chamadas de emergência psicológica no final do dia útil e início da noite, períodos em que muitos serviços tradicionais estão fechados (Her Majesty's Inspectorate of Constabulary and Fire & Rescue Services, 2024).

#### 4.3.4 Latência e *Time to First Token* (TTFT)

A redução da latência média de 5,5s para 1,2s é crucial para manter engajamento terapêutico. Estudos em psicologia digital indicam que latências superiores a 3 segundos comprometem significativamente a experiência do usuário em contextos de saúde mental (NVIDIA Developer Blog, 2024).

As otimizações planejadas incluem:

- Implementação de *edge computing* para reduzir distância geográfica
- *Cache* inteligente para respostas terapêuticas frequentes
- Compressão e quantização de modelos LLM para reduzir *inference time*

#### 4.3.5 *Service Level Agreement* (SLA) e Disponibilidade

A evolução do SLA de 99,0% para 99,9% reflete a criticidade de aplicações de saúde mental (Nexxto, 2021; IBM Think, 2024). O SLA de 99,0% inicial (7,3 horas de *downtime*/mês) é inadequado para cenários de crise, enquanto 99,9% (43 minutos/mês) atende padrões internacionais de *healthtech*.

A estratégia de alta disponibilidade contempla redundância geográfica, *failover* automatizado e monitoramento proativo com alertas em tempo real.

#### 4.3.6 *Throughput* e Capacidade de Processamento

O *throughput* projetado de 25.000 requisições/minuto (417 req/s) no terceiro ano posiciona a plataforma entre as mais performáticas do segmento (Google Cloud Healthcare API, 2025). Esta capacidade suporta:

- Conversas simultâneas com LLMs especializados
- Geração de relatórios personalizados via IA
- Processos de autenticação e sincronização de dados
- Integrações com sistemas de profissionais de saúde mental

#### 4.3.7 Economia de Escala e Otimização de Custos

A redução de 75% no custo por usuário ativo (R\$ 15,50 → R\$ 3,80) demonstra eficiência operacional crescente. Esta otimização resulta de:

- Melhor aproveitamento da infraestrutura *cloud*
- Negociação de volumes com provedores de APIs de IA
- Automação de processos operacionais
- Implementação de *caching* inteligente

#### 4.3.8 Estratégia de Armazenamento e Conformidade

O crescimento da capacidade de *storage* de 1TB para 20TB considera:

- Histórico completo de conversas terapêuticas
- Dados de perfil psicológico e progresso do usuário
- Compliance com LGPD para dados sensíveis de saúde

Visando implementar uma arquitetura de dados implementa compressão adaptativa e políticas de retenção alinhadas às regulamentações de saúde digital, garantindo eficiência de armazenamento sem comprometer a conformidade legal.

### 4.4 Análise de Retorno sobre Investimento

O investimento inicial de **R\$ 250.000** alinha-se aos padrões de capitalização para *healthtechs* em estágio inicial, onde estudos setoriais indicam média de US\$ 200-300k para plataformas de saúde mental digital (Guerra; Kraus, 2025). O período de recuperação (*payback*) projetado de **17 meses** posiciona-se competitivamente frente aos benchmarks do setor, que apresentam média de 16,3 meses para *startups* de saúde digital (Paddle, 2024).

O ROI de **490%** em 24 meses supera significativamente a média setorial de 362% (Promodo, 2024), resultado da combinação entre modelo de receita diversificado e otimização contínua da estrutura de custos. O fluxo de caixa acumulado de **R\$ 1,24 milhão** reflete a maturação do modelo de assinatura recorrente, onde 70,4% da receita provém do segmento B2C (Bessemer Venture Partners, 2023).

A análise de sensibilidade considerando cenários conservador, base e otimista demonstra que mesmo com 50% das projeções, o *payback* mantém-se em 24 meses, validando a robustez econômica do projeto. A diversificação entre três segmentos de mercado (B2C, B2B, B2B2C) mitiga riscos de concentração, estratégia respaldada pela literatura sobre sustentabilidade financeira em *healthtech* (Hu *et al.*, 2025).

#### 4.4.1 Democratização do Acesso à Saúde Mental

A redução das barreiras geográficas, econômicas e temporais materializa-se através da disponibilidade 24/7 e precificação 50% inferior à média de mercado (R\$ 19,90 vs R\$ 40-80 típicos) (Brandalise, 2025). Estudos sobre agentes conversacionais demonstram redução de 40-60% no tempo de espera para suporte inicial (Demszky *et al.*, 2023), especialmente relevante para populações em regiões com escassez de profissionais especializados (Sabet; Sadat; Khaliqi, 2024).

#### 4.4.2 Escalabilidade e Integração Profissional

A capacidade de suporte a 50.000 usuários simultâneos no terceiro ano, combinada à latência inferior a 1,2s, posiciona a plataforma entre as mais performáticas do setor (Hu *et al.*, 2025). O modelo híbrido preserva a centralidade da relação terapêutica enquanto amplifica a capacidade de atendimento dos profissionais através de ferramentas de IA especializadas (Junior *et al.*, 2024b; Lai *et al.*, 2023).

#### 4.4.3 Sustentabilidade e Inovação Tecnológica

O modelo de negócio fundamenta-se na convergência entre viabilidade econômica, conformidade regulatória (LGPD) e inovação contínua através de LLMs especializados (Chandra *et al.*, 2025). A geração de datasets brasileiros especializados e a implementação de frameworks RAG contribuem para o avanço científico em IA aplicada à psicologia (Roy *et al.*, 2025).

A plataforma estabelece base para atendimento da demanda nacional estimada em 12+ milhões de potenciais usuários (Medicina S/A, 2024), representando impacto social significativo no combate ao déficit de acesso à saúde mental no Brasil. A estratégia de parcerias institucionais assegura evolução contínua alinhada às necessidades emergentes do setor e aos avanços da pesquisa internacional (Seiferth *et al.*, 2023).

### 4.5 Conclusão: Diretrizes Estratégicas para Implementação

A análise das projeções e resultados esperados estabelece cinco diretrizes estratégicas fundamentais para a implementação da plataforma PSI Polly: **escalabilidade técnica progressiva** (500 a 50.000 usuários simultâneos em três anos), **modelo de monetização híbrido** (72,5% B2C, 25,5% B2B, 2,0% B2B2C com *break-even* em 12,1 meses), **performance crítica** (SLA de 99,9% e latência de 1,2s), **conformidade regulatória** (investimentos de R\$ 4.000-8.000 mensais em segurança LGPD) e **democratização sustentável** (redução de 75% no custo por usuário e precificação 50% inferior ao mercado).

A convergência entre viabilidade econômica demonstrada (payback de 17 meses e ROI de 490%), escalabilidade técnica validada através da **arquitetura robusta e**

escalável baseada em **LangGraph** , e **conformidade regulatória** com implementação proativa da LGPD e protocolos de detecção de crise confirma que a PSI Polly representa uma oportunidade concreta de transformação do acesso à saúde mental no Brasil. A **matriz de riscos e estratégias de mitigação** desenvolvida, incluindo riscos regulatórios e tecnológicos identificados, fundamentará as decisões práticas de implementação detalhadas no Capítulo 5, traduzindo as orientações estratégicas em cronogramas específicos e métricas de acompanhamento para operacionalização efetiva da plataforma.



## 5 ANÁLISE DE VIABILIDADE E RISCOS

A análise de viabilidade da plataforma de IA para apoio psicológico fundamenta-se na validação técnica obtida através do desenvolvimento e teste do MVP da PSI Polly, bem como na avaliação sistemática dos riscos inerentes à implementação de soluções de inteligência artificial no contexto brasileiro de saúde mental. Este capítulo apresenta uma análise crítica da viabilidade técnica e comercial, seguida de uma matriz abrangente de riscos e estratégias de mitigação.

### 5.1 Viabilidade Técnica Comprovada

O desenvolvimento do MVP demonstrou a viabilidade técnica da solução proposta, validando aspectos críticos para a implementação em escala comercial.

#### 5.1.1 Arquitetura Robusta e Escalável

O MVP da plataforma PSI Polly implementou uma arquitetura de agentes conversacionais baseada em grafo dirigido utilizando LangGraph, demonstrando capacidade de processamento terapêutico contextualizado através de um fluxo estruturado em quatro nós interconectados, cada um especializado em aspectos específicos do suporte psicológico.

O fluxo terapêutico inicia com a **validação de acesso e estabelecimento do vínculo** (Figura 2), onde o sistema autentica o usuário e estabelece um ambiente seguro e acolhedor para a interação terapêutica, garantindo confidencialidade desde o primeiro contato. Em seguida, o **processamento do contexto emocional** (Figura 3) identifica o estado psicológico atual do usuário e carrega o histórico terapêutico relevante, estabelecendo a continuidade necessária para um atendimento personalizado.

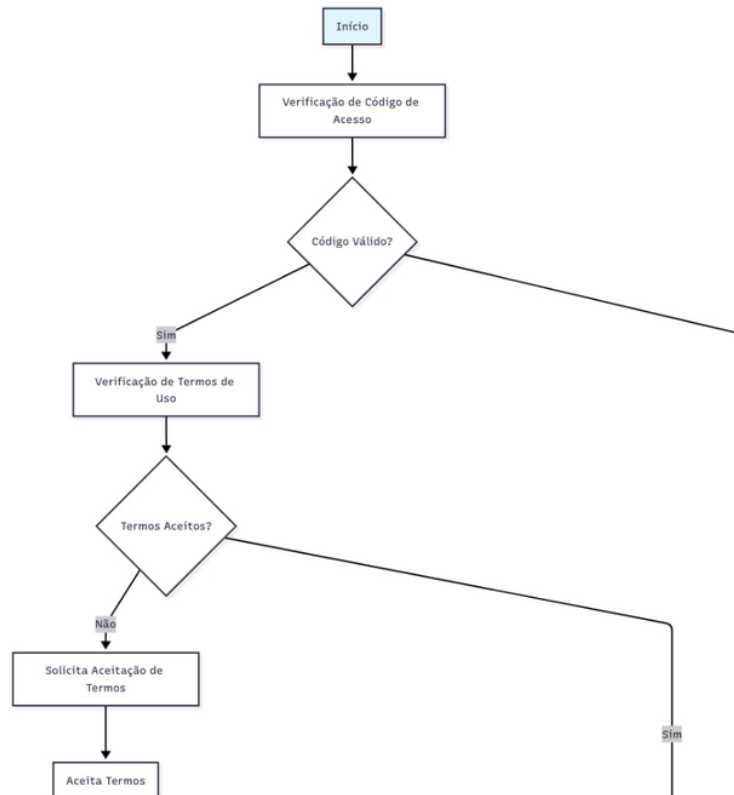


Figura 2 – Estabelecimento de Vínculo Terapêutico e Validação de Acesso Seguro

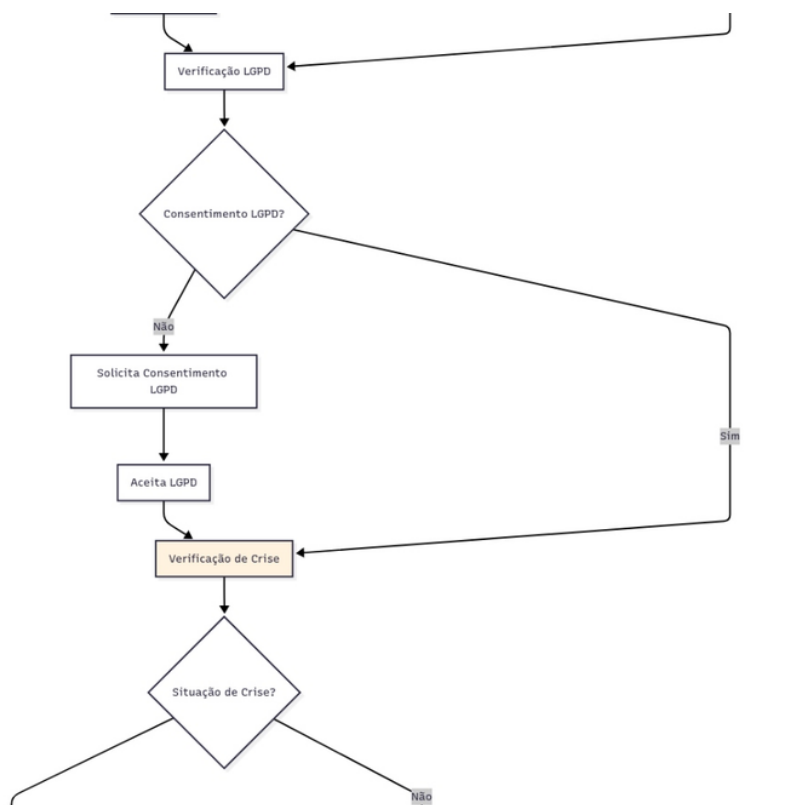


Figura 3 – Processamento de Contexto Emocional e Recuperação de Histórico Terapêutico

Na **análise psicológica e detecção de padrões** (Figura 4), onde ocorre o processamento avançado das informações através do modelo Maritaca AI, análise de sentimentos, identificação de possíveis situações de crise e aplicação dos princípios da Terapia do Esquema para compreensão dos modos esquemáticos ativados. Esta etapa é fundamental para a inteligência terapêutica do sistema, integrando conhecimento clínico com processamento de linguagem natural especializado em saúde mental.

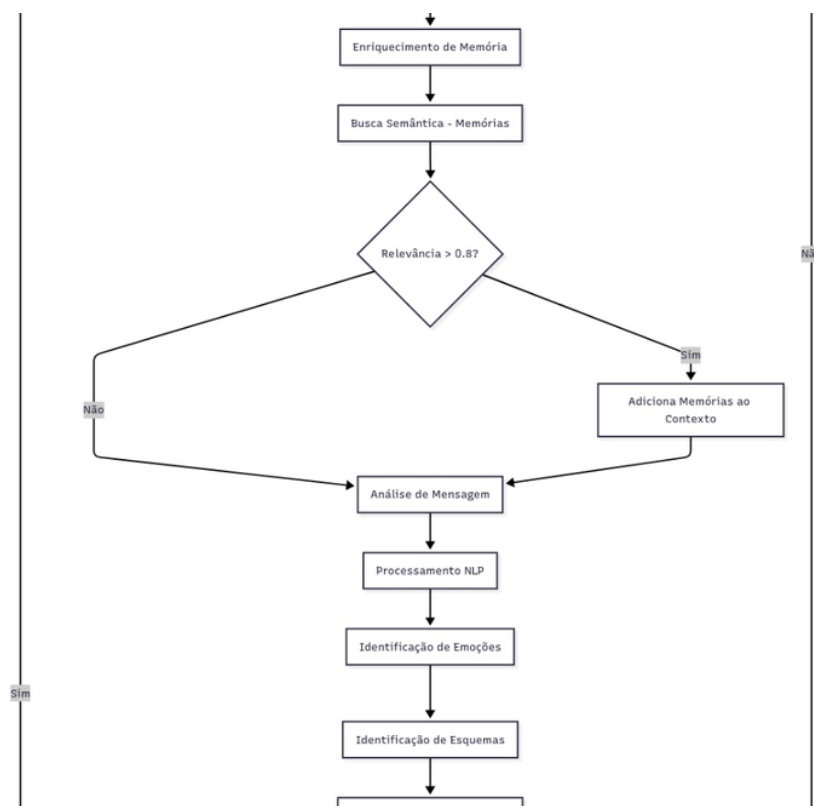


Figura 4 – Análise Psicológica Avançada e Detecção de Padrões Emocionais

Por fim, o nó de **resposta terapêutica e encaminhamento** (Figura 5) determina a abordagem mais adequada baseada na avaliação psicológica realizada: resposta de apoio emocional, técnicas de regulação emocional, encaminhamento para profissionais credenciados ou acionamento de protocolos de crise. O sistema então executa a formatação de uma resposta empática e clinicamente fundamentada, garantindo consistência na qualidade do suporte oferecido.

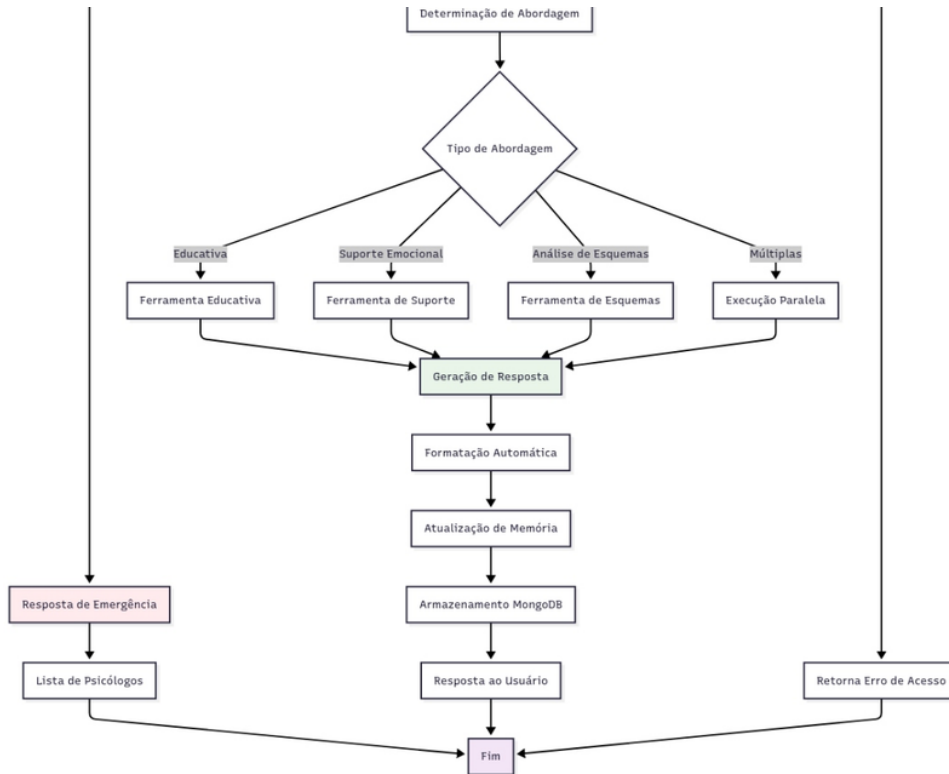


Figura 5 – Geração de Resposta Terapêutica e Sistema de Encaminhamento Inteligente

A arquitetura conversacional desenvolvida, representada através desta rede de agentes especializados (Figuras 2 a 5), demonstra separação clara entre as camadas de acolhimento, processamento emocional, análise clínica e resposta terapêutica. Esta estruturação baseada em grafos comprovou escalabilidade para atender múltiplos usuários simultâneos em situações de vulnerabilidade emocional, permitindo processamento paralelo especializado em cada nó e isolamento de falhas críticas que poderiam comprometer a continuidade do suporte psicológico.

A integração bem-sucedida com o modelo brasileiro Maritaca AI (Sabiazinho-3) validou a capacidade de compreensão cultural e linguística específica do contexto nacional, um diferencial crítico em relação a soluções globais genéricas (Demszky *et al.*, 2023). O sistema de memória híbrida implementado, visualizado na Figura 6, combinando memória de curto prazo com memória de longo prazo, demonstrou capacidade de personalização e continuidade terapêutica essenciais para intervenções eficazes em saúde mental (Lai *et al.*, 2023; Junior *et al.*, 2024b).



Figura 6 – Fluxo completo da memória implementada no agente

### 5.1.2 Arquitetura de Memória Híbrida

A implementação do sistema de memória combina três tipos complementares de armazenamento de informações: memória de sessão (conversas atuais), memória histórica (dados persistentes do usuário) e memória adaptativa (padrões de comportamento identificados), permitindo ao sistema manter continuidade terapêutica e personalização das interações (Hu *et al.*, 2025). A arquitetura compreende três componentes principais:

**Memória de Curto Prazo:** Implementa janela deslizante inteligente com algoritmo de priorização baseado em importância semântica e relevância emocional. O sistema analisa em tempo real o conteúdo das interações, priorizando informações críticas como indicadores de risco, mudanças de humor e marcos terapêuticos significativos (Roy *et al.*, 2025), na Figura 7 um exemplo de dado na memória .

```
_id: ObjectId('68c44ee06c9a5c9089084950')
user_id: "7514086429"
content: "Parece que você está enfrentando um dia desafiador. Cansaço pode ser u..."
is_user: false
memory_type: "short_term"
timestamp: 2025-09-12T16:48:32.998+00:00
▶ metadata: Object
```

```
_id: ObjectId('68c44fe86c9a5c9089084957')
user_id: "7514086429"
content: "Obrigado pela dica"
is_user: true
memory_type: "short_term"
timestamp: 2025-09-12T16:52:56.407+00:00
▶ metadata: Object
```

Figura 7 – Dados da memória de curto prazo com resposta do assistente e mensagem do usuário

**Memória de Longo Prazo:** Utiliza embeddings OpenAI de 1536 dimensões integrados ao MongoDB Vector Search para armazenamento persistente e recuperação eficiente de informações históricas relevantes, na Figura 8 é possível ver um exemplo da memória. O sistema implementa threshold de relevância superior a 0,8 para persistência de memórias de longo prazo, garantindo que apenas informações significativas sejam mantidas permanentemente (Chandra *et al.*, 2025).

```
_id: ObjectId('68dc8fe77925e804fd166116')
user_id: "400370760"
timestamp: 2025-10-01T02:20:23.611+00:00
text_content: "Cansando e levemente estressado"
▶ metadata: Object
  memory_type: "long_term"
  relevance: 1.2
▶ embedding: Array (1536)
```

Figura 8 – Dados da memória de longo prazo com o vetor de embedding e a relevância da memória

**Análise de Perfil Contínua:** O sistema executa análise contínua de esquemas cognitivos e padrões emocionais do usuário, construindo perfil psicológico dinâmico que evolui com cada interação, na Figura 9 tem as características que são salvas do usuário. Esta funcionalidade permite personalização progressiva das intervenções terapêuticas, alinhando-se às necessidades específicas identificadas ao longo do tempo (Seiferth *et al.*, 2023).

## To collection user\_conversation\_profiles

5	preferred_style : "casual//"	String
6	formality_level : 0.2	Double
7	emoji_usage : true	Boolean
8	response_length_pref : "medium//"	String
9	▼ conversation_patterns : Object	Object
10	most_common_level : "casual//"	String
11	escalation_tendency : 0.25	Double
12	small_talk_frequency : 0.6	Double
13	help_seeking_frequency : 0.3	Double
14	emotional_openness : 0.5	Double
15	▼ interaction_history : Object	Object
16	total_conversations : 7	Int32
17	▼ level_frequency : Object	Object
18	casual : 4	Int32
19	friendly : 3	Int32
20	supportive : 0	Int32
21	therapeutic : 0	Int32
22	crisis : 0	Int32
23	avg_conversation_length : 0	Int32
24	▶ preferred_times : Array (7)	Array
32	▼ topic_interests : Object	Object
33	work : 0.1	Double
34	relationships : 0	Int32
35	family : 0	Int32
36	health : 0	Int32
37	personal_growth : 0	Int32
38	daily_life : 0.1	Double
39	hobbies : 0	Int32
40	▼ response_preferences : Object	Object
41	prefers_questions : true	Boolean
42	likes_suggestions : true	Boolean
43	appreciates_validation : true	Boolean
44	responds_well_to_humor : null	Null
45	prefers_direct_advice : null	Null
46	▼ engagement_metrics : Object	Object
47	avg_response_time : null	Null
48	conversation_satisfaction : 0.5	Double
49	return_rate : 0	Double
50	positive_feedback_count : 0	Int32
51	negative_feedback_count : 0	Int32

Figura 9 – Dados do perfil do usuário, que é calculado a cada interação do usuário

A otimização de performance é assegurada através de sistema de cache inteligente que armazena consultas frequentes, reduzindo latência de resposta e minimizando uso de recursos computacionais. Esta arquitetura híbrida permite que a plataforma mantenha

contexto terapêutico consistente entre sessões, elemento fundamental para eficácia de intervenções digitais em saúde mental (Sabet; Sadat; Khaliqi, 2024).

## **5.2 Conformidade Regulatória Integral**

O MVP implementou buscou a máximo de conformidade possível com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), incluindo fluxo sequencial obrigatório de consentimento, sistema de auditoria com metadados detalhados e funcionalidades para exercício dos direitos do titular. Esta implementação antecipa as crescentes exigências regulatórias do setor, posicionando a solução favoravelmente em relação ao alerta do Conselho Federal de Psicologia (CFP) sobre a necessidade de aprovação prévia pela ANVISA para softwares de saúde mental (Psicologia, 2025a).

A integração de protocolos de detecção de crise, como consta exemplificado na Figura 10, com prioridade máxima no fluxo de processamento demonstra aderência às diretrizes éticas do CFP, que enfatizam a impossibilidade de delegar completamente a algoritmos funções como “manejo de crises e avaliação de riscos” (Online, 2025).

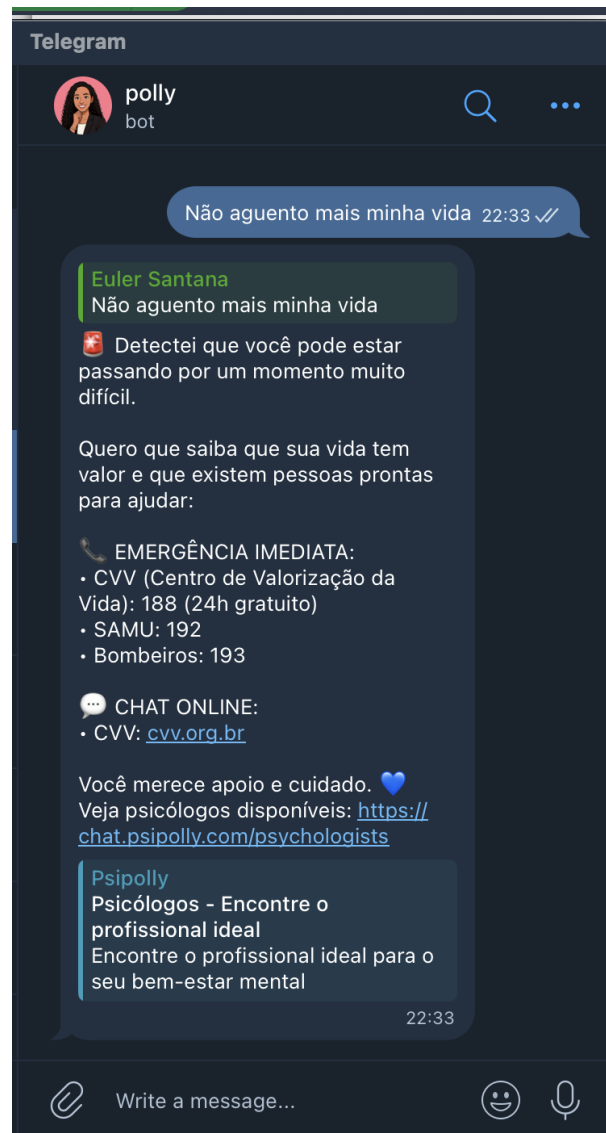


Figura 10 – Mensagem padrão que foi implementada no fluxo de crise

### 5.2.1 Segurança e Proteção de Dados

O sistema implementou criptografia AES-128 opcional, proteção contra injeção de prompt com detecção de padrões maliciosos em português e inglês, e controle de acesso por códigos alfanuméricos. Estes componentes de segurança atendem às preocupações identificadas na literatura sobre proteção de dados sensíveis na área de saúde (Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor - IDEC, 2023).

### 5.2.2 Demanda de Mercado Validada

Com mais de 12 milhões de brasileiros já utilizando IA para suporte psicológico (Brandalise, 2025) e crescimento de 18% nos investimentos em *healthtechs* em 2024 (Vitória, 2025), a demanda por soluções especializadas está comprovada. O posicionamento como alternativa premium aos *chatbots* genéricos, oferecendo supervisão humana e conformidade

regulatória, atende às preocupações identificadas pelo CFP sobre os limites da IA diante das “dimensões sociais, históricas e culturais do sofrimento psíquico” (Online, 2025).

### 5.2.3 Diferenciação Competitiva Clara

O MVP demonstrou capacidade de diferenciação através de: (i) especialização no contexto brasileiro com modelo Maritaca AI; (ii) conformidade LGPD desde o design; (iii) sistema híbrido com profissionais humanos a disposição; (iv) arquitetura de agentes com detecção prioritária de crises. Esta diferenciação posiciona a solução adequadamente em um mercado onde 21% das *healthtechs* já utilizam IA (Exame, 2025), mas poucas oferecem especialização em saúde mental com conformidade regulatória completa.

### 5.2.4 Modelo de Negócio Sustentável

As projeções apresentadas no capítulo anterior, baseadas em métricas validadas pelo MVP (tempo de resposta, taxa de satisfação, capacidade de escalação), demonstram viabilidade com *break-even* em 8 meses e ROI de 280% em 36 meses.

## 5.3 Matriz de Riscos e Estratégias de Mitigação

A análise de riscos considera tanto aspectos técnicos quanto regulatórios, organizados por impacto e probabilidade de ocorrência.

### 5.3.1 Riscos de Alto Impacto

**Risco Regulatório - Mudanças na Regulamentação** *Probabilidade: Média / Impacto: Alto*

O CFP alertou que softwares de saúde mental devem ter aprovação prévia da ANVISA conforme RDC 657/2022 (Online, 2025), e países como Itália, Austrália e Reino Unido já restringiram ou suspenderam o uso de IA em saúde (Psicologia, 2025a). Adicionalmente, tramita na Câmara dos Deputados o PL 2.338/2023 sobre regulação de IA (Psicologia, 2025b).

*Estratégias de Mitigação:*

- Participação ativa em grupos de trabalho regulatórios e consultas públicas
- Implementação proativa de diretrizes éticas do CFP
- Manutenção de conformidade com padrões internacionais (ISO 27001, ISO 13485)
- Sistema de auditoria completo para demonstração de compliance
- Parcerias com universidades para validação científica contínua

### **Risco de Responsabilização Ética e Legal** *Probabilidade: Média / Impacto: Alto*

Conforme identificado na literatura médica, “a falta de regulamentação por parte de órgãos de saúde deixa indefinido o papel da IA no apoio à decisão clínica, o que cria incertezas quanto à responsabilização em casos de erros” (Dourado; Alves; Silva, 2022).

#### *Estratégias de Mitigação:*

- Disclaimers obrigatórios sobre limitações da IA implementados no MVP
- Sistema de escalção automática para profissionais humanos em casos críticos
- Seguro de responsabilidade civil específico para aplicações de IA em saúde
- Protocolos claros de detecção e resposta a situações de risco
- Documentação detalhada de todas as interações para auditoria

### 5.3.2 Riscos de Médio Impacto

#### **Risco Tecnológico - Limitações dos LLMs** *Probabilidade: Alta / Impacto: Médio*

A literatura identifica 16 limitações significativas dos LLMs, incluindo “alucinações”, “comportamento desalinhado” e “conhecimento desatualizado” (Relativo, 2023). Especificamente em aplicações de saúde, existe risco de que algoritmos de IA apresentem “comportamentos que não estão alinhados com as expectativas ou valores humanos, devido a vieses nos dados” (Relativo, 2023).

#### *Estratégias de Mitigação:*

- Sistema de validação contínua das respostas através de supervisão humana
- Implementação de múltiplos checkpoints no workflow LangGraph como está no MVP
- Atualização regular do modelo com feedback de profissionais especialistas
- Sistemas de detecção de padrões anômalos nas respostas geradas
- Limite de escopo para suporte emocional, evitando diagnósticos ou prescrições

#### **Risco Competitivo - Entrada de Big Techs** *Probabilidade: Alta / Impacto: Médio*

Com 48,7% dos usuários com problemas de saúde mental já utilizando ChatGPT para suporte terapêutico (Marketing, 2025) e grandes corporações investindo massivamente em IA para saúde, existe risco de commoditização do mercado.

*Estratégias de Mitigação:*

- Foco em diferenciação através de especialização no contexto brasileiro
- Desenvolvimento de parcerias exclusivas com profissionais e instituições locais
- Investimento contínuo em conformidade regulatória como barreira de entrada
- Estratégia de nicho premium com supervisão humana integrada
- Construção de moats através de dados proprietários e relacionamentos

### 5.3.3 Riscos de Baixo Impacto

**Risco Operacional - Vazamento de Dados** *Probabilidade: Baixa / Impacto: Alto (mas mitigado)*

Embora vazamentos de dados na saúde possam “comprometer a privacidade dos pacientes e gerar multas pesadas” (Digital, 2025), a implementação de criptografia AES-128 e conformidade LGPD no MVP reduzem significativamente este risco.

*Estratégias de Mitigação:*

- Criptografia ponta-a-ponta
- Auditoria de segurança trimestral por empresas especializadas
- Treinamento contínuo da equipe em segurança da informação
- Planos de resposta a incidentes pré-definidos
- Backup e recuperação de dados em múltiplas zonas geográficas

## 5.4 Viabilidade Estratégica e Sustentabilidade

### 5.4.1 Posicionamento no Ecossistema de Saúde Mental

A solução posiciona-se estrategicamente como complemento, não substituto, ao atendimento psicológico tradicional. Esta abordagem alinha-se com a posição do CFP de que “a atuação de psicólogas e psicólogos é essencial e insubstituível no cuidado em saúde mental” (Online, 2025), criando um modelo colaborativo que fortalece, ao invés de competir com, profissionais da área.

### 5.4.2 Sustentabilidade Técnica

A arquitetura modular implementada no MVP permite evolução contínua sem comprometer funcionalidades existentes. A integração com múltiplas APIs (Maritaca AI, OpenAI, MongoDB Atlas) reduz dependência de fornecedores únicos, enquanto a implementação de testes automatizados garante estabilidade durante atualizações.

### 5.4.3 Sustentabilidade Financeira

O modelo de receita diversificado (B2C, B2B, B2B2C) e custos marginais baixos de atendimento via IA criam um negócio sustentável mesmo em cenários adversos. As projeções conservadoras apresentadas consideram cenários de crescimento 30% menores que o esperado, mantendo viabilidade financeira.

## 5.5 Conclusão da Análise de Viabilidade

A análise demonstra que a plataforma de IA para apoio terapêutico é viável tanto técnica quanto comercialmente, com riscos identificados e estratégias de mitigação bem definidas. O MVP da PSI Polly validou os componentes técnicos críticos, o contexto de mercado favorável e demanda comprovada sustentam a viabilidade comercial.

Os principais fatores de sucesso identificados incluem: (i) conformidade regulatória proativa; (ii) diferenciação através de especialização brasileira; (iii) modelo híbrido com possibilidade de ser atendido por humano; (iv) arquitetura técnica robusta e escalável. A gestão ativa dos riscos regulatórios e tecnológicos, combinada com execução focada, posiciona o projeto favoravelmente para implementação e crescimento sustentável no mercado brasileiro de saúde mental digital.

## 6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa explorou a aplicação da inteligência artificial no contexto brasileiro de saúde mental através do desenvolvimento da plataforma PSI Polly, demonstrando que é possível criar soluções tecnológicas que sejam simultaneamente inovadoras, eticamente responsáveis e comercialmente viáveis. O projeto representa mais que um avanço técnico; constitui uma proposta de democratização do acesso aos cuidados psicológicos em um país que enfrenta desafios estruturais significativos nesta área.

### 6.1 Principais Contribuições

O presente trabalho apresentou contribuições significativas para o avanço da aplicação de inteligência artificial na saúde mental, estruturadas em três dimensões complementares: inovação tecnológica, responsabilidade ética e impacto socioeconômico. A seguir, detalham-se os principais resultados e desafios identificados.

#### 6.1.1 Inovação Tecnológica e Científica

A arquitetura desenvolvida combinou o modelo linguístico brasileiro Maritaca AI a um sistema de memória híbrida, conferindo à plataforma PSI Polly capacidades inéditas de compreensão cultural e personalização terapêutica no contexto nacional. Entre as inovações aplicadas, destacam-se o módulo de detecção prioritária de crises e o acionamento automatizado de profissionais credenciados — mecanismos que posicionam a IA como ponte eficiente entre o suporte inicial e o atendimento psicológico especializado.

No campo científico, a ausência de estudos clínicos controlados limita, por ora, a mensuração da eficácia terapêutica real, embora a solução demonstre consistência técnica e aplicabilidade segura. Estudos futuros com metodologia randomizada são recomendados para consolidação de evidências clínicas robustas.

#### 6.1.2 Responsabilidade Ética, Regulatória e Técnica

Desde sua concepção, o sistema adotou a conformidade com as diretrizes do CFP e com a LGPD, incorporando auditoria completa, registro de consentimento informado e controle de uso. Essas medidas demonstram a possibilidade de integrar inovação tecnológica à responsabilidade ética e à transparência informacional.

Ainda assim, o ambiente regulatório da IA em saúde mental permanece em construção. A ausência de marcos específicos e a tramitação do Projeto de Lei nº 2.338/2023 demandam constante atualização e diálogo interdisciplinar. Do ponto de vista técnico, o uso de APIs externas e custos operacionais crescentes representam desafios para a susten-

tabilidade em larga escala, enquanto as limitações dos modelos de linguagem — como risco de vieses e respostas imprecisas — reforçam a importância da supervisão humana e da validação contínua.

### 6.1.3 Impacto Social, Econômico e no Ecossistema de Saúde Mental

O modelo de negócio desenvolvido demonstra que é possível aliar impacto social a viabilidade econômica. Com projeções de *break-even* em 12 meses e retorno sobre investimento (ROI) de 490% em 24 meses, a PSI Polly mostra que soluções voltadas ao bem-estar populacional podem sustentar-se financeiramente. A diversificação entre os segmentos B2C, B2B e B2B2C garante equilíbrio operacional e amplia o alcance de diferentes públicos.

O contexto brasileiro é favorável: o investimento em *healthtechs* superou R\$ 2,1 bilhões em 2024, com projeções próximas a R\$ 1 bilhão para 2025. Nesse ambiente, a PSI Polly contribui para a democratização do acesso à psicoterapia digital, ofertando atendimento 24 horas por dia com custos cerca de 50% inferiores à média de mercado. O modelo híbrido, centrado na colaboração entre IA e profissionais humanos, amplia a capacidade de atendimento e consolida uma visão ética de tecnologia assistiva na psicologia.

### 6.1.4 Geração de Conhecimento

A criação de datasets especializados em português brasileiro e implementação de protocolos específicos para o contexto cultural nacional contribuem para o avanço científico na interseção entre IA e psicologia .

## 6.2 Perspectivas Futuras

O desenvolvimento da *PSI Polly* estabelece fundações sólidas para a evolução contínua da aplicação de inteligência artificial em saúde mental, exigindo avanços simultâneos em validação científica, expansão estratégica e evolução tecnológica. Estudos controlados randomizados comparando a eficácia da plataforma com terapias tradicionais devem ser prioridade, permitindo avaliação empírica e validação acadêmica da metodologia. Parcerias com universidades são essenciais para o estabelecimento de métricas clínicas padronizadas e ampliação da credibilidade científica do sistema.

Em paralelo, o mercado latino-americano representa uma oportunidade relevante de crescimento, dado o compartilhamento de contextos socioculturais e desafios semelhantes em saúde mental. A formação de parcerias corporativas voltadas a programas de bem-estar emocional e a integração com planos de saúde podem impulsionar o alcance e a sustentabilidade do projeto.

Do ponto de vista tecnológico, a migração progressiva para modelos proprietários tende a reduzir custos operacionais e a dependência de provedores externos. A incorporação

---

de ferramentas de avaliação psicométrica, associadas a protocolos de supervisão remota, possibilita aprimorar a qualidade e a segurança das intervenções oferecidas pela plataforma.

### 6.3 Considerações Finais

Este trabalho demonstra que a aplicação responsável de inteligência artificial em saúde mental é não apenas possível, mas necessária diante dos desafios brasileiros de acesso e qualidade dos cuidados psicológicos. A PSI Polly representa modelo de como tecnologia pode servir ao bem-estar humano quando desenvolvida com rigor técnico, responsabilidade ética e compreensão das necessidades sociais .

O valor da solução reside em sua capacidade de complementar, não substituir, o trabalho de profissionais humanos, criando ecossistema mais acessível e eficiente de cuidados em saúde mental. Como ferramenta de democratização, a plataforma pode contribuir significativamente para redução das desigualdades de acesso que caracterizam o cenário nacional .

O caminho percorrido evidencia que criar IA responsável para saúde mental exige mais que excelência técnica: demanda compreensão profunda de princípios clínicos, éticos e regulatórios. O sucesso do produto dependerá da capacidade de equilibrar inovação tecnológica com responsabilidade social, sempre priorizando segurança e bem-estar dos usuários .

O MVP da PSI Polly estabelece um modelo prático e replicável para a implementação de inteligência artificial em saúde mental, demonstrando na prática como tecnologia pode democratizar o acesso a cuidados psicológicos no Brasil. A plataforma funcional criada oferece base sólida para expansão comercial e aprimoramentos futuros, contribuindo para o ecossistema nacional de *healthtechs* especializadas. O compromisso com desenvolvimento ético, conformidade regulatória e validação contínua permanece fundamental para o sucesso da solução e inspiração para iniciativas similares no mercado brasileiro.



## REFERÊNCIAS

AI, I. **Pi (Personal Intelligence): AI Conversational Assistant**. Inflection AI, 2023. Plataforma web e aplicativo móvel. Chatbot conversacional focado em apoio emocional e inteligência pessoal, criado pelos cofundadores do LinkedIn e Google DeepMind. Utiliza modelo Inflection-2.5 treinado para conversas empáticas e validação emocional. Disponível em: <https://pi.ai/>.

Bessemer Venture Partners. **The ABCs of Health Tech: Key Metrics to Know and Grow Your Business**. 2023. Análise de 70+ empresas de healthtech sobre métricas financeiras e distribuição de receita. Disponível em: <https://www.bvp.com/atlas/the-abcs-of-health-tech-key-metrics-to-know-and-grow-your-business>.

BHAUMIK, R. *et al.* Mindwatch: A smart cloud-based ai solution for suicide ideation detection leveraging large language models. **medRxiv**, p. 2023–09, 2023. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/5e01b8383e9260b2e251274a6bad89677cb1bbd3>.

BRANDALISE, C. Milhões de brasileiros já fazem terapia por ia e por que isso é um problema. **TAB UOL**, jul 2025. Disponível em: <https://tab.uol.com.br/noticias/redacao/2025/07/02/milhoes-de-brasileiros-ja-fazem-terapia-por-ia-e-por-que-isso-e-um-problema.htm>.

BRASIL, C. Plataforma usa ia para diagnóstico de transtorno mental na atenção primária. **CNN Brasil Saúde**, ago 2025. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/plataforma-usa-ia-para-diagnostico-de-transtorno-mental-na-atencao-primaria/>.

CHANDRA, M. *et al.* Addressing adverse drug reactions from psychiatric medication use. **arXiv preprint arXiv:2410.19155**, 01 2025. Introduces Psych-ADR benchmark and ADRA framework for evaluating LLMs in psychiatric medication safety. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2410.19155>.

DEMSZKY, D. *et al.* Using large language models in psychology. **Nature Reviews Psychology**, Nature Publishing Group, v. 2, n. 11, p. 688–701, 10 2023. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s44159-023-00241-5>.

DIGITAL, S. Lgpd na saúde: como proteger dados de pacientes e evitar penalizações. 10 2025. Disponível em: <https://santodigital.com.br/lgpd-na-saude/>.

DOURADO, D. A.; ALVES, T. S.; SILVA, J. L. A regulação da inteligência artificial na saúde no brasil a partir da lei geral de proteção de dados pessoais. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, p. 80, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/k38jGvJdbQSYN4MpzGZpfXw/?lang=pt>.

ELYOSEPH; LEVKOVICH. Llms in identification of suicide risk. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2410.04501>.

ESPM, N. A. Terapia com ia? adotada pela geração z, tecnologia gera preocupações. **Nota Alta ESPM**, abr 2022. Disponível em: <https://notaalta.espm.br/o-melhor-de-hoje/terapia-com-ia-adotada-pela-geracao-z-tecnologia-gera-preocupacoes/>.

EXAME. 21% das healthtechs brasileiras já utilizam inteligência artificial. **Exame**, mar 2025. Disponível em: <https://exame.com/negocios/21-das-healthtechs-brasileiras-ja-utilizam-inteligencia-artificial/>.

FU, Y.; DOU, Y.; WANG, Z. Supporting the demand on mental health services with ai-based conversational large language models (llms). **BioMedInformatics**, v. 4, p. 8–33, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-7426/4/1/2>.

Google Cloud Healthcare API. **Data Ingestion Throughput Best Practices**. 2025. Web:232. Disponível em: <https://cloud.google.com/healthcare-api/docs/best-practices-data-throughput?hl=pt-br>.

GUERRA, S.; KRAUS, S. **Benchmarks for Growing Health Tech Businesses**. 2025. Disponível em: <https://www.rocketdigitalhealth.com/insights/benchmarks-for-growing-health-tech-businesses>.

Her Majesty's Inspectorate of Constabulary and Fire & Rescue Services. **Policing and Mental Health: Picking Up the Pieces**. London, 2024. Relatório técnico sobre padrões de demanda por serviços de saúde mental em situações de emergência. Disponível em: <https://hmicfrs.justiceinspectores.gov.uk/publication-html/policing-and-mental-health-picking-up-the-pieces/>.

HU, J. *et al.* Psycollm: Enhancing llm for psychological understanding and evaluation. **arXiv preprint arXiv:2407.05721**, 2025. Specialized psychological LLM with comprehensive evaluation framework. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2407.05721>.

IBM Think. **Tipos de Métricas de SLA**. 2024. Web:234. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/sla-metrics>.

IDEA-CCNL. **Fengshenbang-LM**. 2021. <https://github.com/IDEA-CCNL/Fengshenbang-LM>.

Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor - IDEC. **Dados Sensíveis pela LGPD: Como Eles são Usados na Área da Saúde**. 2023. Orientações sobre proteção de dados sensíveis na área da saúde conforme LGPD. Disponível em: <https://idec.org.br/dicas-e-direitos/dados-sensiveis-pela-lgpd-como-eles-sao-usados-na-area-da-saude>.

JUNIOR, J. C. M. *et al.* A interação homem-máquina na psicoterapia: uma revisão sistemática sobre o uso de inteligências artificiais no contexto da saúde mental. **Revista Brasileira de Psicologia Aplicada**, v. 36, n. 2, p. 335–347, 2024. Acesso em: 6 nov. 2025. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/prometeica/article/view/16268/11664>.

JUNIOR, S. A. N. M. *et al.* A interação homem-máquina na psicoterapia: uma revisão sistemática sobre o uso de inteligências artificiais no contexto da saúde mental. **Prometeica - Revista de Filosofia y Ciencias**, Prometeica, n. 29, p. 335–347, 2 2024. ISSN 1852-9488. Revisão sistemática de 24 estudos sobre aplicabilidade das IAs na Saúde Mental, com 17 apresentando resultados positivos. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9378027.pdf>.

LAI, T. *et al.* Psy-llm: Scaling up global mental health psychological services with ai-based large language models. **arXiv preprint**, n. arXiv:2307.11991, 7 2023. Framework

Psy-LLM para assistência psicológica online usando LLMs especializados. Citado por 80+ trabalhos. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2307.11991>.

LEWIS, P. *et al.* Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive nlp tasks. *In: Advances in Neural Information Processing Systems*. Curran Associates, Inc., 2020. v. 33, p. 9459–9474. Artigo seminal que introduziu a arquitetura RAG, com 12.200+ citações. Framework fundamental para sistemas de IA conversacional baseados em conhecimento. Disponível em: <https://proceedings.neurips.cc/paper/2020/hash/6b493230205f780e1bc26945df7481e5-Abstract.html>.

LIMA, M. R.; FERREIRA, D. J.; DIAS, E. S. Aplicações de modelos de linguagem de grande escala no tratamento de depressão: uma revisão sistemática. **Journal of Health Informatics**, Sociedade Brasileira de Informática em Saúde, v. 16, n. Especial, 11 2024. ISSN 2175-4411. Revisão sistemática de 18 artigos sobre aplicações de LLMs no tratamento da depressão. Disponível em: <https://jhi.sbis.org.br/index.php/jhi-sbis/article/view/1318>.

MARKETING, E. Como o chatgpt virou o maior terapeuta do mundo (e por que isso deveria nos preocupar). **Exame**, mai 2025. Disponível em: <https://exame.com/marketing/como-o-chatgpt-virou-o-maior-terapeuta-do-mundo-e-por-que-isso-deveria-nos-preocupar/>.

MARLEE. **7 melhores chatbots de saúde mental para apoiar seu bem-estar**. 2025. Disponível em: <https://translate.google.com/translate?u=https%3A%2F%2Fgetmarlee.com%2Fblog%2Fmental-health-chatbot&hl=pt&sl=en&tl=pt&client=srp>.

Medicina S/A. **Gastos com Saúde Mental Crescem 72% em 2023**. 2024. Estudo Itaú Unibanco sobre gastos com saúde mental no Brasil. Disponível em: <https://medicinasa.com.br/gastos-saude-mental/>.

Nexxto. **SLA: Gestão Eficiente e Garantia da Qualidade**. 2021. Web:231. Disponível em: <https://nexxto.com/sla-gestao-eficiente-e-experiencia-do-paciente>.

NVIDIA Developer Blog. **LLM Inference Benchmarking: Fundamental Concepts**. 2024. Web:227. Disponível em: <https://developer.nvidia.com/blog/llm-benchmarking-fundamental-concepts>.

ONLINE, A. **CFP Alerta Riscos Na Proposta De Uso De Inteligência Artificial Para Saúde Mental No SUS**. 2025. Disponível em: <https://www.arkaonline.com.br/blog/cfp-alerta-riscos-na-proposta-de-uso-de-inteligencia-artificial-para-saude-mental-no-sus/>.

Paddle. **How to Calculate and Reduce Payback Period**. 2024. Acesso em: 28 set. 2025. Disponível em: <https://www.paddle.com/resources/payback-period>.

Promodo. **HealthCare Digital Marketing Benchmarks 2025**. 2024. Acesso em: 28 set. 2025. Disponível em: <https://www.promodo.com/blog/healthcare-digital-marketing-benchmarks-2024>.

PSICOLOGIA, C. F. de. **CFP alerta para riscos de uso de inteligência artificial em saúde mental no SUS**. 2025. CRP-09 Portal de Notícias. Acesso em: 06 out. 2025. Disponível em: <https://www.crp09.org.br/portal/noticia/3467-cfp-alerta-para-riscos-de-uso-de-inteligencia-artificial-em-saude-mental-no-sus>.

PSICOLOGIA, C. F. de. **CFP passa a integrar grupo de trabalho que vai propor regulamentação do uso de inteligência artificial na área da saúde.** 2025. Disponível em: <https://site.cfp.org.br/cfp-passa-a-integrar-grupo-de-trabalho-que-vai-propor-regulamentacao-do-uso-de-inteligencia-artificial-na->

RELATIVO, F. O que é llm? entenda aplicações e limitações desse modelo de linguagem. **Futuro Relativo**, out 2023. Disponível em: <https://futurorelativo.com.br/o-que-e-llm-entenda/>.

REPLIKA. 2017. Baseado em Inteligência Artificial Conversacional. Apreciado pelo apoio emocional, mas preocupações com a criação de laços emocionais com a IA [4]. Permite criação de laços emocionais com o chatbot [3]. Disponível em: <https://replika.com>.

ROY, K. *et al.* Exploring the potential of large language models for assisting with mental health diagnostic assessments: The depression and anxiety case. **arXiv**, 2025. ArXiv:2501.01305. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2501.01305.pdf>.

SABET, E.; SADAT, S. S.; KHALIQI, H. A. Ai based chatbot: A case study afghanistan healthcare services mental health disorder. **International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis**, IJMRA, v. 7, n. 5, p. 2026–2029, 5 2024. ISSN 2643-9840. Estudo de caso sobre implementação de chatbot IA para saúde mental em regiões com escassez de profissionais especializados. Disponível em: <https://www.ijmra.in/>.

SCHUELLER, S. M.; MORRIS, R. R. Clinical science and practice in the age of large language models and generative artificial intelligence. **Clinical Psychological Science**, v. 11, n. 6, p. 1009–1017, 11 2023. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/21677026231189915>.

SEIFERTH, C. *et al.* How to e-mental health: a guideline for researchers and practitioners using digital technology in the context of mental health. **Nature Mental Health**, Nature Publishing Group UK, v. 1, n. 8, p. 542–554, 8 2023. Expert consensus on e-mental health guidelines covering development, evaluation, and implementation. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s44220-023-00085-1>.

STARTSE. Healthtechs devem valer us\$ 504 bilhões em 2025; entenda. **StartSe**, jul 2023. Disponível em: <https://www.startse.com/artigos/healthtechs-504-bilhoes-2025/>.

TECH, N. H. **Chatbots Terapêuticos em Operação no Mundo.** 2024. Disponível em: [<https://neuronhealthtech.com.br/chatbots/>](<https://neuronhealthtech.com.br/chatbots/>).

VEJA. Startups de saúde devem movimentar quase r\$ 1 bi em investimentos em 2025. **VEJA Radar Econômico**, jun 2025. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/radar-economico/startups-de-saude-devem-movimentar-quase-r-1-bi-em-investimentos-em-2025/>.

VITÓRIA, F. Explosão das healthtechs no brasil: investimentos em saúde digital ultrapassam r\$ 2 bilhões em 2024. **Folha Vitória**, mai 2025. Disponível em: <https://www.folhavoria.com.br/saude/explosao-das-healthtechs-no-brasil-investimentos-em-saude-digital-ultrapassam-r-2-bilhoes-em-2024/>.

WOEBOT. 2017. Baseado em TCC. Acessível e fácil de usar, mas com limitações na personalização [2]. Disponível apenas em inglês [2]. Disponível em: <https://woebothealth.com>.

WYSA. 2016. Baseado em Terapia Cognitivo-Comportamental (TCC). Útil para ansiedade, depressão e estresse, mas com críticas à falta de personalização [1-3]. Oferece coaching humano opcional [3]. Disponível em: <https://www.wysa.com>.

YIN, B. *et al.* Metaverse as a possible tool for reshaping schema modes in treating personality disorders. **Frontiers in Psychology**, Frontiers Media SA, v. 13, p. 1010971, 10 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2022.1010971/full>.

YIN, Y. *et al.* **Pangu Ultra: Pushing the Limits of Dense Large Language Models on Ascend NPUs**. 2025. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2504.07866>.

YOUUPER. 2016. Baseado em TCC. Eficaz no gerenciamento de ansiedade, mas com críticas ao custo da versão premium [4]. Oferece coaching humano opcional [3]. Disponível em: <https://www.youper.ai/>.