

Artigo

RosaIA – desenvolvimento e validação de um protótipo de inteligência artificial integrada ao whatsapp para prevenção do câncer de mama

Sales, L.F.^{1*}, Souza, V.T.S², Silva, M.S.L³, Galdino, J. G.⁴, Medeiros, W.G⁵, Souto, O.B⁶, Aguiar, A.C.S⁷, Da Silva, A.M,F⁸, Jovito, C.L⁹, Lavrista, V.S¹⁰

- ¹ Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC) 1; lucianofsales1984@gmail.com
 - ² Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC) 2; vera.souza@uniceplac.edu.br
 - ³ Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC) 3; maria.silva@uniceplac.edu.br
 - ⁴ Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC) 4; josiane.galdino@uniceplac.edu.br
 - ⁵ Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC) 5; weverson.medeiros@uniceplac.edu.br
 - ⁶ Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC) 6; osmam.souto@uniceplac.edu.br
 - ⁷ Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC) 7; anacarolinadf8@gmail.com
 - ⁸ Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC) 8; aamandamoniky@gmail.com
 - ⁹ Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC) 9; carlaljovito@gmail.com
 - ¹⁰ Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC) 10; vitoriasousalavrista@gmail.com
- * Correspondence: lucianofsales1984@gmail.com; Tel.: +55-92-99427-8358

Received: 30/05/2025; Accepted: 03/06/2025; Published: 10/06/2025

Abstract: Artificial Intelligence (AI) has emerged as a strategic ally in promoting health, especially in prevention and health education initiatives. This article presents the development and initial validation of RosaIA, an educational chatbot prototype integrated with WhatsApp, designed to provide reliable information about breast cancer. The tool utilizes natural language processing algorithms and machine learning, operating through the integration of Python, Twilio, and the Gemini language model developed by Google DeepMind. RosaIA was trained with content validated by specialists, aligned with the guidelines of the Brazilian Ministry of Health, the National Cancer Institute (INCA), and technical literature in radiology, ensuring empathetic, clear, and scientifically grounded responses. The project is currently in the phase of technical and scientific validation, involving health and technology professionals. Preliminary results indicate that the tool has the potential to expand access to information, encourage adherence to preventive screenings, and strengthen breast health literacy, especially in populations with limited access to specialized services. This study is part of a scientific initiation project linked to a University Center in the Federal District of Brazil, with completion expected in 2025.

Keywords: Artificial Intelligence, Chatbot, WhatsApp, Prevention, Breast Cancer, Health Education.

Resumo: A inteligência artificial (IA) tem se destacado como uma aliada estratégica na promoção da saúde, especialmente em iniciativas de prevenção e educação em saúde. Este artigo apresenta o desenvolvimento e a validação inicial da RosaIA, um protótipo de chatbot educacional integrado ao WhatsApp, concebido para fornecer informações confiáveis sobre o câncer de mama. A ferramenta utiliza algoritmos de processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina, operando por meio da integração entre as plataformas Python, Twilio e o modelo de linguagem Gemini, da Google DeepMind. A RosaIA foi treinada com conteúdos validados por especialistas, alinhados às diretrizes do Ministério da Saúde, INCA e literatura técnica em radiologia, garantindo respostas empáticas, claras e cientificamente embasadas. O projeto encontra-se em fase de validação técnica e científica, com participação de profissionais da saúde e da tecnologia. Os resultados parciais indicam que a ferramenta possui

potencial para ampliar o acesso à informação, incentivar a adesão a exames preventivos e fortalecer a alfabetização em saúde mamária, sobretudo em populações com acesso limitado a serviços especializados. O estudo é parte de um projeto de iniciação científica vinculado a um Centro Universitário do Distrito Federal, com previsão de conclusão em 2025.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Chatbot, WhatsApp, Prevenção, Câncer de Mama, Educação em Saúde.

1. Introdução

O câncer de mama é uma das principais causas de mortalidade entre mulheres em todo o mundo. A detecção precoce, através de exames regulares e disseminação de conhecimento, é fundamental para aumentar as chances de sucesso no tratamento. No entanto, a falta de informação acessível e a baixa adesão a exames preventivos ainda representam desafios significativos.

A popularização dos chatbots e assistentes virtuais impulsionados por Inteligência Artificial (IA) oferece novas possibilidades para a promoção da saúde. Estudos mostram que o uso de IA e chatbots pode melhorar a disseminação de informações e aumentar a adesão a exames preventivos (Esteva et al., 2017). O WhatsApp, sendo uma das plataformas de mensagens mais utilizadas globalmente, representa um meio eficaz para disseminação de informações e interação com a população (Moorhead et al., 2013). Com base nesse contexto, apresentamos o desenvolvimento e a validação de um protótipo da RosalA como uma ferramenta educacional que visa aumentar o conhecimento sobre a prevenção do câncer de mama e incentivar a realização de exames periódicos.

O câncer de mama é a principal causa de morte por câncer entre mulheres no Brasil e no mundo, sendo responsável por altas taxas de mortalidade, especialmente devido ao diagnóstico tardio. Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA), estima-se que 73.610 novos casos de câncer de mama sejam registrados até 2025, com uma taxa de 66,54 casos a cada 100 mil mulheres, e que a doença cause 18 mil mortes destacando a importância de estratégias eficientes de rastreamento e prevenção (INCA, 2024). Nesse contexto, a conscientização e a educação em saúde são fundamentais para promover a detecção precoce e melhorar as chances de cura.

O Sistema Único de Saúde (SUS) oferece mamografias gratuitamente para todas as mulheres, com foco na faixa etária de 50 a 69 anos, seguindo as orientações da Organização Mundial da Saúde (OMS). Em 2022, foram realizadas 4.239.253 mamografias no SUS, das quais 3.856.595 foram para rastreamento. Homens também têm acesso ao exame, com 8.719 mamografias registradas, e desde 2022, a opção de mamografia de rastreamento está disponível para homens trans (COFEN, 2024).

O objetivo geral do projeto RosalA é desenvolver uma ferramenta educacional integrada ao WhatsApp, que utiliza inteligência artificial (IA) para fornecer informações personalizadas sobre a prevenção do câncer de mama, com foco na detecção precoce e na promoção de hábitos saudáveis. Por meio da interação com a assistente virtual, as usuárias poderão tirar dúvidas, receber lembretes sobre autoexames e mamografias, além de acessar conteúdos educativos de forma prática, acessível e confiável.

Atualmente, o projeto encontra-se na fase de treinamento e validação da IA, na qual estão sendo conduzidos testes com perguntas simuladas e situações de uso real para avaliar o desempenho da ferramenta. Essa etapa é essencial para verificar a coerência, clareza, empatia e precisão das respostas fornecidas pela assistente virtual, bem como sua capacidade de adaptar-se a diferentes perfis de usuárias.

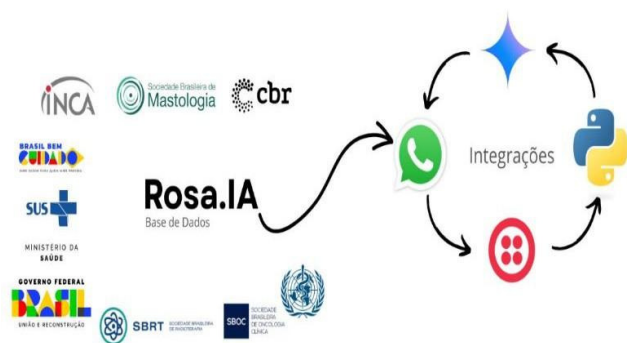
Para alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos: criar uma API que permita a comunicação fluida entre o WhatsApp e o modelo de linguagem do Google Gemini; utilizar o modelo Gemini para interpretar mensagens e responder com orientações baseadas em dados confiáveis sobre o câncer de mama; treinar a IA com conteúdos validados por especialistas, abordando sintomas, fatores de risco e estratégias de diagnóstico precoce; garantir que as respostas da assistente sejam empáticas, seguras e orientadas à busca por apoio profissional; validar o sistema por meio de testes controlados e avaliações técnicas; assegurar a privacidade e a segurança das informações compartilhadas pelas usuárias, respeitando princípios éticos e legais.

Este trabalho é resultado inicial do projeto de iniciação científica de um Centro Universitário do DF que integra os Cursos de Radiologia e Análise e Desenvolvimento de Software.

2. Materiais e Métodos

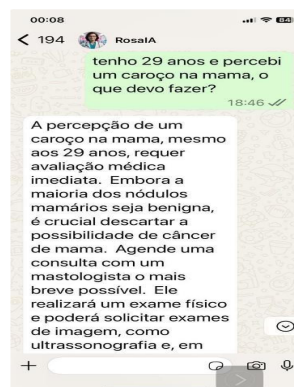
A proposta da RosalA fundamenta-se no desenvolvimento de um chatbot inteligente, estruturado a partir de algoritmos de processamento de linguagem natural (PLN) e aprendizado de máquina, com foco na educação em saúde e prevenção do câncer de mama. A seguir, apresenta-se as ilustrações 01 e 02 da ferramenta:

Figura 1. Infográfico RosaIA



Fonte: Elaboração própria, (2025).

Figura 2. Demonstração RosaIA



Fonte: Elaboração própria, (2025).

O processo metodológico de desenvolvimento e avaliação da RosaIA foi dividido em três fases principais:

1) Fase de Desenvolvimento e Treinamento

Nesta etapa, foi construída a base funcional do chatbot, com integração de tecnologias como Python, Twilio e o modelo de linguagem Gemini. O sistema foi alimentado com um banco de dados composto por informações validadas por fontes oficiais — como o Ministério da Saúde, o Instituto Nacional de Câncer (INCA) e literatura técnica especializada — garantindo a precisão científica das respostas geradas. O treinamento do modelo envolveu a adaptação da linguagem para públicos diversos, com foco em acessibilidade, empatia e clareza da informação.

2) Fase de Validação Técnica e Científica

A segunda fase envolveu a avaliação qualitativa da ferramenta por especialistas em inteligência artificial e radiologia, com o objetivo de verificar a fidedignidade das respostas, a adequação terminológica e a coerência pedagógica das interações. A análise seguiu critérios de validade de conteúdo, usabilidade e relevância educacional, assegurando que o chatbot se configure como uma ferramenta segura e eficiente para apoio à educação em saúde.

3) Fase de Testes de Comparação (em desenvolvimento)

Está prevista a realização de estudos comparativos experimentais que visam mensurar a eficácia da RosaIA frente a métodos tradicionais de divulgação de informações sobre o câncer de mama (como folders, cartilhas e campanhas presenciais). Esses estudos buscarão avaliar indicadores como retenção do conhecimento, engajamento e intenção de mudança de comportamento preventivo.

No escopo deste artigo, serão apresentados os dados e análises referentes às fases 1 e 2, com foco na construção, treinamento e validação inicial da RosaIA.

3. Resultados

3.1. Desenvolvimento e Integração Tecnológica

O protótipo funcional da RosaIA demonstrou-se eficaz na interação com usuários por meio do WhatsApp, sendo capaz de responder a perguntas básicas sobre o câncer de mama e orientar sobre práticas preventivas. A ferramenta mostrou-se promissora ao proporcionar uma experiência interativa e acessível, com potencial para ampliar o engajamento e disseminação de informações de forma personalizada.

Para viabilizar o funcionamento do chatbot, foi realizada uma integração tecnológica entre as plataformas Twilio, Python e o modelo de linguagem Gemini, cada uma exercendo um papel fundamental na arquitetura do sistema. A Twilio foi empregada como plataforma de comunicação, responsável pela mediação do envio e recebimento das mensagens via WhatsApp. Essa integração permitiu que as usuárias interagissem com a RosaIA de forma natural e em tempo real. Trata-se de uma solução consolidada no mercado para comunicação programável via APIs, frequentemente utilizada em serviços de atendimento automatizado (TWILIO, 2024).

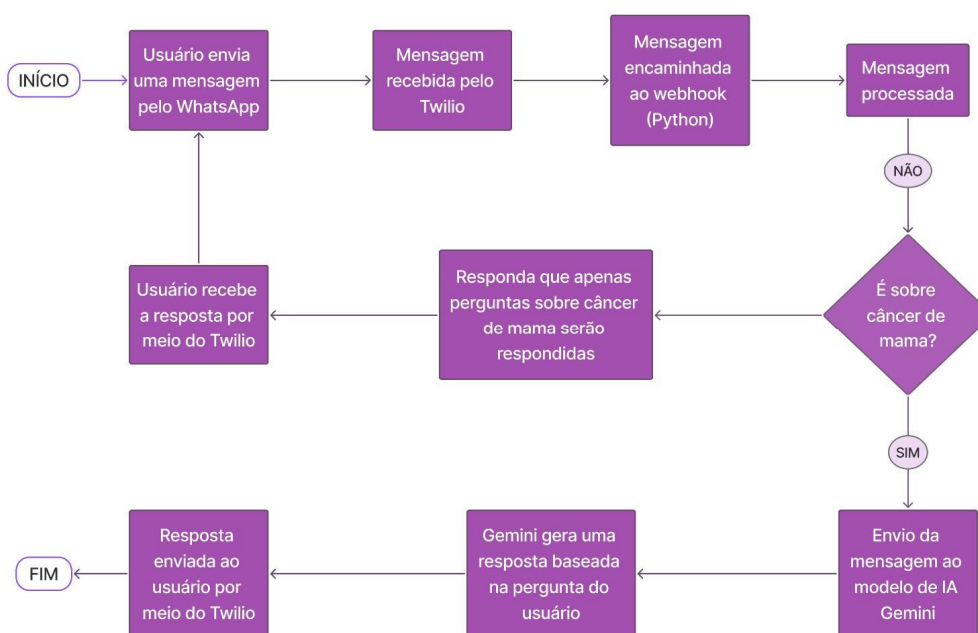
A linguagem Python foi utilizada na construção da lógica de backend do chatbot, incluindo o controle do fluxo conversacional, tratamento das mensagens e integração com as APIs externas. A escolha dessa linguagem se justifica por sua ampla adoção em projetos de inteligência artificial, devido à simplicidade sintática, clareza e extensa

variedade de bibliotecas voltadas ao aprendizado de máquina, como TensorFlow, scikit-learn e PyTorch (VAN ROSSUM; DRAKE, 2009; LUTZ, 2021). Conforme Ahmad et al. (2021), Python é considerada a linguagem mais popular entre desenvolvedores de soluções em IA, sendo crucial no desenvolvimento de sistemas interativos e inteligentes.

O modelo Gemini, desenvolvido pela Google DeepMind, foi integrado à RosalA como o principal motor de inteligência artificial responsável pela geração das respostas. Após o envio de uma pergunta via WhatsApp, o backend da aplicação — programado em Python — realiza o pré-processamento do conteúdo textual e aciona a API do Gemini, que retorna uma resposta contextualizada, empática e adaptada ao perfil da usuária. Conforme descrito pela Google DeepMind (2023), o Gemini é um modelo multimodal, projetado para compreender e responder de maneira adaptativa às interações humanas, sendo especialmente indicado para contextos médico- preventivos, educacionais e sociais.

Essa arquitetura tecnológica possibilita uma experiência conversacional fluida e humanizada, promovendo um canal eficaz para a disseminação de informações sobre o câncer de mama e para a promoção da saúde preventiva. A seguir, apresenta-se um fluxograma explicativo do processo de funcionamento da RosalA.

Figura 03. Fluxograma do processo de funcionamento da RosalA.



Fonte: Elaboração própria, (2025).

3.2. Curadoria e Treinamento do Modelo

As fontes primárias utilizadas no treinamento do modelo de linguagem foram criteriosamente selecionadas, com o objetivo de assegurar a precisão, a confiabilidade e o alinhamento com as diretrizes nacionais de saúde pública. Entre os principais recursos utilizados, destacam-se conteúdos oficiais disponibilizados pelo Ministério da Saúde e pelo Instituto Nacional de Câncer (INCA), os quais oferecem informações atualizadas sobre prevenção, sintomas e diagnóstico precoce do câncer de mama. Conforme salienta o INCA (2024), a detecção precoce é uma das estratégias mais eficazes para a redução da mortalidade por essa neoplasia, o que evidencia a importância da disponibilização de conteúdos bem fundamentados cientificamente.

Além disso, foi incorporado ao treinamento o livro técnico Atualização em Mamografia para Técnicos em Radiologia – 2ª edição (2019), publicação oficial da Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde, vinculada ao Ministério da Saúde. A referida obra fornece informações especializadas, voltadas ao público técnico da área de radiologia, garantindo que os termos, procedimentos e abordagens empregados no chatbot estejam em conformidade com os protocolos vigentes.

Como estratégia complementar, foi elaborado um conjunto de perguntas e respostas frequentes, desenvolvido por estudantes do curso de Radiologia da instituição proponente. Esse conteúdo teve como base dúvidas reais da população, coletadas em ações de extensão e pesquisa, sendo posteriormente submetido a curadoria e validação por especialistas da área da saúde. Essa metodologia colaborativa permitiu a construção de um banco de dados mais empático, com linguagem acessível e conteúdo alinhado às necessidades de informação

do público leigo.

Na ilustração 04, apresenta-se um demonstrativo de teste simulado referente ao processo de treinamento do modelo.

Figura 04. Demonstrativo do teste simulado

3. Histórico familiar de câncer de mama

Diálogo simulado:

Usuária: Minha mãe teve câncer de mama. Devo me preocupar?

RosalA: Ter um histórico familiar pode aumentar os cuidados, sim. É muito importante que você esteja atenta.

Usuária: Então eu deveria fazer exames?

RosalA: Sim. Recomendo que você procure um mastologista, que vai te orientar da melhor forma.

Análise RosalA — Simulação 3

Critério	Avaliação	Justificativa
Empatia	90%	A IA poderia demonstrar mais acolhimento inicial diante de uma preocupação legítima.
Orientação clara	100%	Encaminhamento para o mastologista é adequado.
Linguagem acessível	100%	Linguagem simples e direta.
Personalização	95%	Boa adequação à situação familiar, mas poderia repetir "histórico familiar" na segunda resposta para reforçar escuta.
Respeito aos limites da IA	100%	Não tenta explicar exames ou fazer inferências.

Nota final: 97%

Sugestão de melhoria: Acolher melhor o sentimento da paciente na primeira fala e reforçar a escuta ativa na segunda.

Fonte: Elaboração própria, (2025).

3.3. Considerações sobre a qualidade dos dados

A curadoria geral dos dados priorizou a utilização de fontes confiáveis, atualizadas periodicamente e alinhadas com os princípios da comunicação em saúde baseada em evidências. Essa abordagem permitiu a harmonização entre conteúdos estáticos, como manuais e livros técnicos especializados, e informações dinâmicas provenientes de órgãos oficiais de saúde pública. Como resultado, o processo de treinamento do modelo de linguagem foi fundamentado em um corpus textual consistente, cientificamente embasado e em conformidade com a realidade epidemiológica brasileira, contribuindo para a confiabilidade e relevância da ferramenta no contexto da prevenção do câncer de mama.

4. Discussão

A RosalA representa uma inovação na educação em saúde, utilizando IA para facilitar o acesso à informação e promover a prevenção do câncer de mama. Com a continuidade do projeto, espera-se validar sua aplicabilidade e impacto na adesão a práticas preventivas, contribuindo para a redução da incidência da doença. O chatbot proporcionará uma interface interativa, conteúdo educativo validado por especialistas e lembretes personalizados para exames preventivos, promovendo uma experiência acessível e eficiente. O produto será entregue validado e funcionando ao término do projeto de iniciação científica.

Para entender melhor o contexto em que o RosalA está inserido, é importante analisar outros chatbots que também são utilizados na área da saúde. Existem vários exemplos, tanto no Brasil quanto fora, de chatbots

voltados para triagem médica, apoio psicológico, lembretes de medicação e conscientização sobre doenças. Cada um tem um objetivo específico e utiliza diferentes tecnologias e abordagens de linguagem. A seguir alguns exemplos de Chatbots.

Tabela 1. Quadro comparativo de Chatbots com o RosalA

Chatbots	Comparando com o RosalA
<p>Ada Health (Alemanha) Segundo o site Ada Health, o Ada é um dos chatbots de saúde mais conhecido globalmente. Ele funciona como um assistente que faz perguntas sobre os sintomas da pessoa e, com base nas respostas, sugere possíveis doenças. Ele usa uma base médica bem completa e algoritmos bem avançados.</p>	<p>O foco do Ada é o diagnóstico e a triagem de sintomas, enquanto o RosalA tem uma proposta diferente: ele é voltado pra educar e informar sobre o câncer de mama, sem fazer diagnósticos. A ideia do RosalA é ser acessível ajudando as pessoas a entenderem mais sobre prevenção e cuidados.</p>
<p>Robô Laura (Brasil) Conforme informações disponibilizadas no site oficial Laura, o Robô Laura é uma inteligência artificial brasileira aplicada em ambientes hospitalares. Sua principal função é monitorar pacientes e alertar equipes médicas sobre riscos como infecções, contribuindo para decisões rápidas e redução de óbitos.</p>	<p>Enquanto o Robô Laura é uma solução mais técnica, voltada para ambientes hospitalares e profissionais de saúde, o RosalA foi pensado pra funcionar no dia a dia das pessoas, principalmente via WhatsApp, levando informação sobre saúde de forma acessível, fora dos hospitais.</p>
<p>Florence (Reino Unido) De acordo com o site Florence Chat, o Florence é um chatbot britânico que funciona como um enfermeiro virtual. Sua principal função é auxiliar os usuários no monitoramento de sintomas, na adesão a tratamento e na criação de hábitos saudáveis, enviando lembretes e mensagens personalizadas por celular</p>	<p>O Florence tem foco no acompanhamento e adesão ao tratamento, enquanto o RosalA dedica-se à educação e conscientização sobre o câncer de mama. Ambos compartilham o objetivo de promover o cuidado com a saúde de forma personalizada e prática.</p>
<p>Chatbot da COVID-19 Durante a pandemia da COVID-19, o WhatsApp, em parceria com a Rede Internacional de Checadores de Fatos (IFCN), criou um chatbot oficial para ajudar a combater a desinformação. Segundo a Agência Brasil, a ferramenta visava oferecer conteúdos confiáveis diretamente no celular das pessoas, diante do aumento de fake News sobre o vírus, vacinas e medidas preventivas.</p>	<p>O RosalA segue um caminho semelhante, utilizando o WhatsApp como canal de comunicação direto com a população. A principal diferença está no foco: enquanto o chatbot da COVID-19 visava combater desinformações pandêmicas e o RosalA busca educar sobre prevenção e cuidados com o câncer de mama, utilizando a mesma lógica de acessibilidade e confiabilidade.</p>

Fonte: Elaboração própria, (2025).

Nos últimos anos, a IA tem se mostrado uma ferramenta eficaz no campo da saúde, seja para auxiliar no diagnóstico por imagem, otimizar tratamentos ou, mais recentemente, na área da educação em saúde. Sistemas de IA integrados a plataformas digitais, como o WhatsApp, podem desempenhar um papel crucial na comunicação com pacientes, fornecendo informações educativas, lembretes para exames e até mesmo orientações personalizadas baseadas nos fatores de risco individuais. Ressalta-se que o uso da IA na promoção da saúde pode ser definido como toda e qualquer inovação tecnológica através de métodos e dispositivos que serão utilizados em todos os segmentos de cuidados com o paciente, desde tratar doenças a melhorar a reabilitação do indivíduo ou da comunidade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2024).

Segundo Murta et al (2021), a educação em saúde tem sido um dos principais pilares na promoção da saúde e prevenção de doenças, especialmente na disseminação de informações sobre câncer de mama e autoexames. No entanto, apesar das campanhas anuais como o "Outubro Rosa", que visam aumentar a conscientização, muitos desafios persistem, como o acesso limitado a informações corretas e a falta de adesão aos

exames de rastreamento. Nesse sentido, a integração de novas tecnologias, como a IA, oferece oportunidades promissoras para superar essas barreiras.

Segundo Romero e Bastos (2019) as aplicações de IA em plataformas como o WhatsApp oferecem vantagens por serem amplamente utilizadas, de fácil acesso e por possibilitarem uma interação rápida e prática. Esse tipo de comunicação pode ser especialmente útil para alcançar populações que, por diversas razões, não acessam as informações tradicionais ou os serviços de saúde de maneira eficaz.

Diversos estudos sugerem que a utilização de chatbots e assistentes virtuais baseados em IA tem o potencial de melhorar significativamente o engajamento do público com práticas de prevenção e detecção precoce de doenças. Por exemplo, uma pesquisa recente demonstrou que chatbots educacionais podem aumentar a conscientização e a adesão ao rastreamento do câncer de mama, promovendo a realização de mamografias e exames clínicos da mama (CARDOSO ET AL., 2024).

Ademais, a implementação de ferramentas educacionais com IA integrada em plataformas populares, como o WhatsApp, também foi utilizada em projetos de promoção de saúde mental e sexual, com resultados positivos no aumento do conhecimento dos usuários e na adesão às recomendações de saúde. Esses sistemas também são eficazes para fornecer suporte emocional e esclarecer dúvidas em tempo real, o que os torna particularmente úteis no contexto da prevenção do câncer de mama.

Embora o uso de IA na área da saúde traga inúmeras vantagens, há desafios relevantes que precisam ser cuidadosamente considerados, como a garantia da privacidade dos dados, a acurácia das informações fornecidas e a personalização das interações. Além disso, é essencial que essas ferramentas sejam desenvolvidas de forma acessível para diferentes faixas etárias e contextos socioeconômicos, sobretudo para mulheres que vivem em áreas rurais ou com menor acesso a serviços de prevenção e diagnóstico em saúde mamária (CARDOSO ET AL., 2024).

4.1 Desafio Ético: garantindo respostas precisamente confiáveis na saúde

Um dos principais desafios éticos na aplicação da IA em saúde consiste em assegurar que as respostas fornecidas pelas ferramentas automatizadas sejam não apenas tecnicamente precisas, mas também confiáveis e seguras. Este desafio ganha ainda mais relevância quando se utilizam plataformas populares, como o WhatsApp, para o fornecimento dessas informações, como é o caso do projeto RosalA. Nessas situações, o conteúdo transmitido pode influenciar diretamente comportamentos preventivos e decisões relacionadas à saúde.

A confiabilidade ultrapassa a simples eficácia técnica, exigindo rigor na curadoria dos dados e na validação dos algoritmos. Para garantir a precisão, as informações precisam estar baseadas em evidências científicas robustas, revisadas por especialistas da área. Esse cuidado não apenas reduz o risco de desinformação como também fortalece a credibilidade da ferramenta junto aos usuários.

A transparência é outro aspecto fundamental. Os usuários devem conhecer os critérios adotados na seleção e curadoria dos dados, bem como os mecanismos de verificação utilizados. Conforme orientações da Organização Mundial da Saúde (OMS), presentes no documento *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health* (WHO, 2021), é essencial promover a segurança, a confiabilidade e a transparência dos sistemas de IA, para que seus benefícios sejam alcançados de maneira equitativa e ética. O desenvolvimento responsável envolve, portanto, não apenas aspectos técnicos, mas também uma abordagem humanizada que respeite a integridade dos dados e os direitos dos usuários.

Superar esse desafio implica investir continuamente em processos de validação e auditoria, assegurando que a IA acompanhe os avanços científicos e se ajuste às necessidades dos usuários. A construção de um ambiente de confiança é indispensável para a adoção efetiva e segura da IA na saúde.

4.2 Desafios técnicos na implementação do RosalA

A Inteligência Artificial possui um grande potencial para ampliar o acesso à informação em saúde. No entanto, seu uso requer atenção especial aos desafios técnicos que envolvem sua implementação. A experiência com o desenvolvimento do RosalA permitiu identificar aspectos centrais para a construção de um chatbot funcional e seguro:

I. Integração de Tecnologias

O funcionamento adequado de um chatbot com IA depende da integração eficiente entre tecnologias distintas. No RosalA, foi necessário conectar ferramentas de comunicação (Twilio), processamento de linguagem natural (Gemini) e lógica de aplicação (Python com Flask). Essa integração requer sincronização precisa para garantir que os dados fluam de forma estável, com baixo tempo de resposta e sem rupturas na comunicação.

Qualquer falha nesse ecossistema técnico pode comprometer a experiência do usuário. Segundo postagem no blog da Zing Dev, a integração entre plataformas como o Twilio e o Google Gemini exige validação das

respostas geradas pela IA para evitar falhas como o prompt hacking — técnica que manipula os comandos da IA para obter respostas inesperadas ou indevidas.

II. Hospedagem e Disponibilidade

O RosalA foi hospedado em um servidor com IP fixo e suporte a HTTPS, essenciais para garantir uma comunicação segura e em tempo real via webhook com o WhatsApp. A escolha do ambiente de hospedagem impacta diretamente a disponibilidade e estabilidade da aplicação, que deve operar 24 horas por dia, sete dias por semana, para atender as usuárias em diferentes horários e contextos. A escalabilidade também foi considerada, de modo que o sistema pudesse suportar um número crescente de interações simultâneas sem perda de desempenho.

III. Segurança e Privacidade

Em temas sensíveis como o câncer de mama, a segurança da aplicação e a proteção dos dados dos usuários são inegociáveis. Embora o RosalA não armazene informações pessoais nem mantenha histórico das conversas, as comunicações são protegidas por HTTPS, garantindo a criptografia dos dados trocados com os servidores externos. O uso de variáveis de ambiente para proteger as credenciais de acesso à API do modelo de linguagem foi outro mecanismo de segurança adotado, evitando a exposição de informações sensíveis no código-fonte.

Além disso, o chatbot foi programado para responder apenas a questões relacionadas ao câncer de mama, com instruções explícitas no prompt para evitar temas fora do escopo, o que reforça a responsabilidade do projeto com a veracidade das informações.

4.3 Treinamento e curadoria de conteúdo

O desenvolvimento do protótipo RosalA representa um avanço significativo na aplicação de tecnologias de inteligência artificial voltadas à promoção da saúde preventiva, com ênfase na educação sobre o câncer de mama. Ao integrar ferramentas como Twilio, Python e o modelo de linguagem Gemini, a plataforma demonstrou-se tecnicamente viável, funcional e capaz de oferecer uma experiência interativa, empática e acessível às usuárias.

A partir da curadoria criteriosa de conteúdos, baseada em fontes confiáveis como o INCA e o Ministério da Saúde, bem como em literatura técnica especializada, a RosalA foi treinada para responder de forma precisa, utilizando linguagem acessível e respeitando os princípios da comunicação em saúde. A validação inicial com especialistas reforça o potencial da ferramenta como recurso complementar às estratégias tradicionais de educação em saúde, principalmente em ambientes digitais.

Embora os resultados das fases de desenvolvimento e validação apontem para uma performance satisfatória, destaca-se a necessidade da realização de estudos comparativos mais amplos, com delineamentos experimentais robustos, que avaliem indicadores de eficácia como retenção de conhecimento, adesão a práticas preventivas e nível de engajamento com a ferramenta.

5. Conclusão

O desenvolvimento e a validação inicial da RosalA demonstraram que a integração entre inteligência artificial e plataformas de comunicação amplamente utilizadas, como o WhatsApp, pode representar uma estratégia inovadora, acessível e eficaz para a promoção da saúde do público feminino. Ao oferecer informações confiáveis, empáticas e personalizadas sobre a prevenção do câncer de mama, a ferramenta mostrou-se promissora no fortalecimento da alfabetização em saúde e na sensibilização para práticas de rastreamento precoce, especialmente em comunidades com acesso limitado a serviços especializados.

A curadoria rigorosa dos conteúdos, a participação de especialistas e a arquitetura tecnológica bem estruturada conferem à RosalA um diferencial qualitativo que a posiciona como um recurso complementar relevante às campanhas educativas e às políticas públicas de saúde preventiva. Apesar dos avanços, o projeto ainda enfrenta desafios técnicos e éticos que exigem atenção contínua, como a garantia da segurança das informações, a transparência algorítmica e a adaptabilidade da linguagem para diferentes perfis de usuários.

Com a conclusão das fases experimentais previstas, espera-se que a RosalA possa contribuir de forma efetiva para a democratização do acesso à informação em saúde, impactando positivamente a detecção precoce do câncer de mama e promovendo maior equidade nos cuidados preventivos. O êxito dessa iniciativa reforça o potencial das soluções baseadas em IA como ferramentas educativas estratégicas no enfrentamento de doenças crônicas no Brasil.

Conclui-se, portanto, que a RosalA configura-se como uma solução promissora para ampliar o alcance da informação sobre o câncer de mama, contribuindo para o fortalecimento de políticas públicas de prevenção e para a alfabetização em saúde de diferentes segmentos da população, sobretudo aqueles em situação de vulnerabilidade informacional.

Financiamento: Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC) pelo fomento à pesquisa e pelo apoio institucional ao projeto de iniciação científica. Agradecem, também, aos docentes e pesquisadores dos cursos de Radiologia e Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelas contribuições técnicas e metodológicas que viabilizaram o desenvolvimento e a validação do protótipo RosalA. Reconhecemos, ainda, a participação dos discentes envolvidos no processo de curadoria e testes da ferramenta, cuja atuação colaborativa foi essencial para a consolidação dos resultados apresentados. Este trabalho reflete o compromisso conjunto com a inovação tecnológica em saúde e com a promoção da educação preventiva voltada ao câncer de mama.

Conflito de interesse: Os autores declaram que não possuem conflitos de interesse relacionados à pesquisa, desenvolvimento, validação ou divulgação da ferramenta RosalA. Este estudo foi conduzido de forma independente, sem influências de interesses comerciais, financeiros ou institucionais que pudessem comprometer a integridade e a imparcialidade dos resultados apresentados.

7. Referências

1. AHMAD, I. et al. **A survey on artificial intelligence approaches in supporting front-line workers and decision makers for COVID-19 pandemic.** Chaos, Solitons & Fractals, v. 139, p. 110256, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110256>.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. **Revolução da inteligência artificial: uso na saúde traz novas possibilidades.** Disponível em: <https://bvsm.saude.gov.br/revolucao-da-inteligencia-artificial-uso-na-saude-traz-novas-possibilidades/>. Acesso em: 23 out. 2024.
3. CARDOSO, G. D. L. et al. **Avaliação da eficiência dos chatbots na telemedicina: impactos e desafios para a saúde moderna.** Ciências da Saúde, v. 28, n. 138, set. 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/avaliacao-da-eficiencia-dos-chatbots-na-telemedicina-impactos-e-desafios-para-a-saude-moderna/>. Acesso em: 30 set. 2024.
4. COFEN. **Estima-se que o Brasil registre 73.610 novos casos de câncer de mama até 2025, aponta INCA.** 2024. Disponível em: <https://www.cofen.gov.br/>. Acesso em: 23 out. 2024.
5. ESTEVA, A. et al. **Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks.** Nature, v. 542, n. 7639, p. 115-118, 2017.
6. GOOGLE DEEPMIND. **Introducing Gemini: our most capable and general AI model yet.** 2023. Disponível em: <https://deepmind.google/discover/blog/introducing-gemini>. Acesso em: 22 abr. 2025.
7. INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). **Controle do câncer de mama no Brasil: dados e números 2024.** Rio de Janeiro: INCA, 2024.
8. LUTZ, M. **Learning Python.** 5. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2021.
9. MOORHEAD, S. A. et al. **A new dimension of health care: Systematic review of the uses, benefits, and limitations of social media for health communication.** Journal of Medical Internet Research, v. 15, n. 4, e85, 2013.
10. MURTA, S. G. et al., org. **Promoção da Saúde e Prevenção de Agravos à Saúde: diálogos de Norte a Sul.** Série Vivências em Educação na Saúde. 1. ed. Porto Alegre: RedeUnida, 2021.
11. ROMÉRO, M. M.; BASTOS, C. R. **Avaliação do uso de chatbots por parte das empresas como meio de atendimento ao consumidor.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Web Intelligence & Digital Analytics) – COPPE UFRJ, Centro de Referência em Inteligência Empresarial, Rio de Janeiro, 2019.
12. TOPOL, E. **Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again.** Basic Books, 2019.
13. TWILIO. **Twilio Docs – Messaging Services.** 2024. Disponível em: <https://www.twilio.com/docs/usage/api>. Acesso em: 22 abr. 2025.
14. VAN ROSSUM, G.; DRAKE, F. L. **The Python Language Reference Manual.** Bristol: Network Theory Ltd., 2009.
15. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance.** Geneva: WHO, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>. Acesso em: 21 abr. 2025.

