



Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Departamento de Estatística e Informática

Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Washington Botelho da Rocha Neto

**TEAjudo: Aplicativo Móvel para Triagem Precoce de
Sinais do Transtorno do Espectro Autista (TEA) em
Crianças de 16 a 30 Meses**

Recife

2026

Washington Botelho da Rocha Neto

TEAjudo: Aplicativo Móvel para Triagem Precoce de Sinais do Transtorno do Espectro Autista (TEA) em Crianças de 16 a 30 Meses

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Estatística e Informática
Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Orientador: CLEYTON VANUT CORDEIRO DE MAGALHAES

Recife
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

R672t Rocha Neto, Washington Botelho da.
TEAjudo: aplicativo móvel para triagem precoce de sinais do transtorno do espectro autista (TEA) em crianças de 16 a 30 meses / Washington Botelho da Rocha Neto. - Recife, 2026.

52 f.; il.

Orientador(a): Cleyton Vanut Cordeiro de Magalhães.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Sistemas da Informação, Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências.

1. Detecção precoce de autismo Autismo .
2. Transtorno autístico. 3. Transtornos do espectro autista em crianças . 4. Crianças com desvios do desenvolvimento
5. Aplicativos móveis . I. Magalhães, Cleyton Vanut Cordeiro de, orient. II. Título

CDD 004

WASHINGTON BOTELHO DA ROCHA NETO

TEAjudo: Aplicativo Móvel para Triagem Precoce de Sinais do
Transtorno do Espectro Autista (TEA) em Crianças de 16 a 30 Meses

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em 11 de Fevereiro de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Cleyton Vanut Cordeiro de Magalhães
Departamento de Estatística e Informática
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Lidiano Augusto Nobrega de Oliveira
Departamento de Estatística e Informática
Universidade Federal Rural de Pernambuco

À...

Agradecimentos

Agradeço à Cleyton Vanut Cordeiro de Magalhães, meu orientador, pela paciência, ensinamentos e apoio durante toda a realização deste trabalho. Agradeço a toda minha família pelo suporte emocional e incentivo constante durante este período. Agradeço aos meus amigos e colegas de curso pelo companheirismo e momentos compartilhados ao longo dessa jornada acadêmica.

“Onde há um ser humano, há espaço para a bondade.”
(Sêneca)

Resumo

A identificação precoce do TEA (TEA), um transtorno complexo do neurodesenvolvimento, é fundamental para intervenções eficazes, mas frequentemente dificultada pelo acesso limitado a especialistas. Este trabalho aborda esse desafio ao propor o desenvolvimento de um aplicativo móvel para a triagem precoce de TEA em crianças na faixa etária de 16 a 30 meses. A metodologia se concentra na digitalização do questionário validado M-CHAT-R/F em um aplicativo móvel para padronizar a coleta de dados. O objetivo é oferecer uma ferramenta de triagem acessível e de baixo custo para pais e profissionais, democratizando a detecção precoce. Este trabalho visa contribuir significativamente para o campo da detecção precoce de TEA, buscando, em última análise, melhorar os desfechos para as crianças e suas famílias.

Palavras-chave: Detecção precoce de autismo, TEA, Aplicativo móvel, M-CHAT-R/F, Triagem, Crianças Autistas.

Abstract

The early identification of Autism Spectrum Disorder (ASD), a complex neurodevelopmental disorder, is fundamental for effective interventions, but it is often hindered by limited access to specialists. This work addresses this challenge by proposing the development of a mobile application for the early screening of ASD in children aged 16 to 30 months. The methodology focuses on digitizing the validated M-CHAT-R/F questionnaire into a mobile application to standardize data collection. The objective is to offer an accessible and low-cost screening tool for parents and professionals, democratizing early detection. This work aims to contribute significantly to the field of early ASD detection, ultimately seeking to improve outcomes for children and their families.

Keywords: Early autism detection, ASD, Mobile application, M-CHAT-R/F, Screening, Autistic Children.

Lista de Figuras

Figura 1 – Segunda pergunta do formulário M-CHAT-R/F, (ROBINS; FEIN; BARTON, 2009)	20
Figura 2 – Representação esquemática da metodologia adotada neste trabalho, baseada em Engenharia de Pesquisa.	24
Figura 3 – Tela Inicial.	34
Figura 4 – Instruções.	34
Figura 5 – Questionário.	34
Figura 6 – Tela de Resultado: Baixo Risco.	35
Figura 7 – Tela de Resultado: Risco Médio.	36
Figura 8 – Tela de Resultado: Alto Risco.	37
Figura 9 – Arquitetura do Sistema TEAjudo.	37

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Comparativo entre Instrumentos de Avaliação e Triagem do Desenvolvimento	26
-----------------------------------------------------------------------------------------------	----

Lista de abreviaturas e siglas

ABA	Applied Behavior Analysis (Análise do Comportamento Aplicada)
ABLLS-R	Assessment of Basic Language and Learning Skills – Revised
AFLS	Assessment of Functional Living Skills
API	Application Programming Interface
ASD	Autism Spectrum Disorder
CORS	Cross-Origin Resource Sharing
CRUD	Create, Read, Update, Delete
DPR	Device Pixel Ratio
JSON	JavaScript Object Notation
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
M-CHAT-R	Modified Checklist for Autism in Toddlers – Revised
M-CHAT-R/F	Modified Checklist for Autism in Toddlers – Revised with Follow-Up
Mini-TEA	Mini Escala para Triagem do TEA
MVP	Minimum Viable Product
PEP-R	Perfil Psicoeducacional Revisado
QA	Quality Assurance
SATEPSI	Sistema de Avaliação de Testes Psicológicos
SUS	Sistema Único de Saúde
TCP	Transmission Control Protocol
TEA	TEA
UDP	User Datagram Protocol
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UI	User Interface

UX User Experience

VB-MAPP Verbal Behavior Milestone Assessment and Placement Program

Sumário

	Lista de Figuras	7
1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos da Pesquisa	16
1.2	Justificativa e Relevância	16
2	TRABALHOS RELACIONADOS	18
2.1	TEA	18
2.2	Aplicação do M-CHAT-R no Brasil	18
2.3	Protocolo do M-CHAT-R/F	19
2.4	Triagem de TEA em aplicativos móveis	20
2.5	LGPD	22
2.6	Metodologia Scrum	22
3	METODOLOGIA	24
3.1	Planejamento	25
3.2	Desenvolvimento	26
3.2.1	Definição do Backlog do MVP	27
3.2.2	Funcionalidades do Backend	27
3.2.3	Desenvolvimento da Interface (Frontend)	27
3.3	Validação	28
3.3.1	Análise da Especialista e Identificação de Pontos Positivos	29
3.3.2	Oportunidades de Melhoria e Ajustes Técnicos	30
3.3.3	Backlog de Ajustes e Nova Iteração	31
3.4	Segunda Iteração de desenvolvimento: Refinamento e Experiência do Usuário (UX)	31
3.4.0.1	Padronização Visual e Identidade do Projeto	31
3.4.0.2	Otimização do Fluxo de Triagem e Respostas do Sistema	32
4	RESULTADOS	33
4.1	O Produto Final: Fluxo e Interface	33
4.1.1	Fluxo de Triagem e Regras de Negócio	33
4.1.2	Apresentação das Interfaces	34
4.2	Evidências Técnicas de Implementação	37
4.2.1	Implementação da Lógica (API)	38
4.2.2	Implementação da Interface (UI)	39

4.3	Evidências de Qualidade	42
4.3.1	Evidências de Testes	42
4.3.2	Correção de Falhas (Bugs)	43
4.4	Achados da Validação com Especialista	45
4.5	Avaliação com Usuários Finais e Especialista Clínico	45
4.6	Considerações Finais e Trabalhos Futuros	46
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 Introdução

O TEA (TEA) é uma condição do neurodesenvolvimento que compromete a evolução infantil, como por exemplo, no desenvolvimento motor e psiconeurológico, causando prejuízos na comunicação da criança, e na interação social (PINTO et al., 2016). É caracterizado por padrões de comportamento restritos e repetitivos, além de desafios nas habilidades de interação social. Dentre os sintomas associados, podem ser observados hiperatividade, irritabilidade, seletividade alimentar e distúrbios do sono, os quais impactam negativamente a qualidade de vida da criança (MELO et al., 2025).

Nos últimos anos, estudos como o de (FORCELINI et al., 2024), mostram que a incidência de diagnósticos de TEA tem aumentado impulsionada por uma melhora na identificação precoce que, embora tenha avançado no Brasil, ainda cobre apenas cerca de 30% dos casos, evidenciando a necessidade de ferramentas de triagem mais acessíveis para suprir a escassez de profissionais especializados. Uma identificação precoce pode melhorar significativamente o desenvolvimento da criança, especialmente nos primeiros anos de vida, em contrapartida, um diagnóstico tardio pode levar à perda de etapas cruciais do desenvolvimento, afetando suas habilidades cognitivas, sociais e motoras (DINIZ et al., 2022). Sem a intervenção oportuna, a criança pode acumular déficits em repertórios de autoajuda e interação, transformando dificuldades iniciais de comunicação em barreiras severas de aprendizagem que comprometem sua autonomia e vida funcional futura.

No contexto do TEA, as questões cognitivas desempenham um papel determinante nas dificuldades adaptativas, manifestando-se através de alterações nos mecanismos de simbolismo, criatividade e originalidade, o que prejudica a capacidade da criança de representar estados mentais e compreender as perspectivas alheias (CAMPOS; FERNANDES, 2016). Esses déficits cognitivos dificultam a criação de significados para as interações sociais, limitando o engajamento e, consequentemente, restringindo as oportunidades de experiências que favorecem o próprio desenvolvimento cognitivo. Além disso, observa-se uma relação direta entre o desempenho cognitivo — especificamente a inteligência não verbal e a capacidade de atenção e concentração — e a inclusão educacional; crianças com melhores escores de inteligência não verbal e menores graus de severidade nessas habilidades tendem a apresentar maior tempo de permanência na escola, enquanto aquelas com maior comprometimento cognitivo, muitas vezes incapazes de responder a testes padronizados, enfrentam barreiras mais significativas na frequência e adaptação ao ambiente escolar (CAMPOS; FERNANDES, 2016).

A literatura científica evidencia que indivíduos com TEA apresentam frequentemente déficits significativos em habilidades motoras grossas e finas, abrangendo desde a locomoção e o controle de objetos (como correr, galopar e arremessar) até a destreza manual, o equilíbrio estático e dinâmico e a postura (CATELLI; D'ANTINO; BLASCOVI-ASSIS, 2016). Esses comprometimentos, que podem envolver também alterações no processamento sensorial, como na propriocepção e nos limiares táteis, tendem a impactar negativamente a vida cognitiva e a participação em atividades diárias, havendo indícios de que os atrasos motores estão correlacionados a maiores déficits na comunicação e interação social (CATELLI; D'ANTINO; BLASCOVI-ASSIS, 2016).

Contudo, um dos principais desafios enfrentados por muitas famílias é a dificuldade em obter um diagnóstico precoce, o que pode ocorrer devido à relutância em aceitar a condição, na esperança de que os sinais observados sejam transitórios, como afirma (PINTO et al., 2016). Adicionalmente, conforme aponta (FORCELINI et al., 2024), existe uma escassez de profissionais qualificados para realizar uma avaliação adequada no Brasil e em outros países em desenvolvimento. Além disso, o diagnóstico de TEA em crianças com Síndrome de Down é frequentemente subestimado, dada a complexidade em discernir as características intrínsecas da síndrome daquelas relacionadas ao TEA (DINIZ et al., 2022). Com base nos estudos de (CORREIA; ALVES; FERREIRA, 2023), o diagnóstico do TEA desencadeia mudanças profundas na estrutura familiar, uma vez que a confirmação da neurodivergência realizada clinicamente através da observação de padrões comportamentais e uso de escalas, devido à inexistência de alterações morfológicas detectáveis em exames de imagem provoca a quebra de expectativas em relação ao filho idealizado e exige uma reorganização da rotina doméstica. Esse processo impacta emocionalmente e financeiramente os cuidadores, frequentemente levando mães a abdicarem de suas carreiras para se dedicarem integralmente às necessidades específicas da criança, o que gera sobrecarga física e mental e evidencia a necessidade de suporte psicológico para que a família possa processar o luto do diagnóstico e oferecer um ambiente propício ao desenvolvimento do indivíduo.

Existem diversos protocolos estabelecidos para a avaliação e diagnóstico do TEA, os quais são fundamentais para uma intervenção precoce (MELO et al., 2025), esses instrumentos são utilizados por equipes multidisciplinares — incluindo pediatras, psicólogos e profissionais de enfermagem na atenção primária — geralmente durante consultas de rotina, como a puericultura ou vacinação, visando captar sinais de risco nos primeiros anos de vida (DINIZ et al., 2022). A aplicação ocorre por meio de questionários de triagem respondidos pelos cuidadores, como o M-CHAT-R para crianças entre 16 e 30 meses (WIECKOWSKI et al., 2023), ou através de escalas de avaliação clínica e comportamental mais abrangentes, como a Mini-TEA ou o VB-MAPP, que permitem a

análise do desenvolvimento de crianças em faixas etárias mais avançadas (FORCELINI et al., 2024). Dentre os principais, destacam-se o ABLLS-R (Avaliação de Linguagem Básica e Habilidades de Aprendizagem-Revisada), o AFLS (Avaliação de Habilidades de Vida Funcionais), o Inventário Portage e o M-CHAT-R (Modified Checklist for Autism in Toddlers-Revised)(MELO et al., 2025). Contudo, apesar de sua comprovada eficácia, a aplicação manual desses formulários apresenta desafios significativos. Conforme aponta o trabalho de (GIARETTA et al., 2025), a implementação do M-CHAT-R na rotina de profissionais da saúde demonstrou a necessidade de treinamento específico para a correta aplicação do protocolo, além de evidenciar barreiras logísticas, como o tempo despendido para avaliar cada criança individualmente. Para o desenvolvimento deste trabalho, optou-se pelo protocolo M-CHAT-R em virtude de sua especificidade para a faixa etária de 16 a 30 meses, bem como por sua ampla utilização e validação científica, consolidando-se como uma das ferramentas de triagem mais utilizadas globalmente(GIARETTA et al., 2025).

Na tentativa de desenvolver ferramentas que auxiliem o diagnóstico do TEA, uma que vale se destacar foi a pesquisa de (BARBOSA; RIBEIRO, 2023) que apresenta o desenvolvimento de um jogo digital denominado "DiagnosTEA", projetado na engine Unity3D, que serve como uma ferramenta auxiliar tanto no diagnóstico quanto na terapia de indivíduos com TEA,. Esta abordagem integra a escala diagnóstica PEP-R (Perfil Psicoeducacional Revisado) dentro da mecânica do jogo, utilizando ambientes virtuais (como casa e escola) e minijogos (como memória, quebra-cabeça e reconhecimento de expressões) para estimular e avaliar habilidades motoras, cognitivas e de foco do jogador.

Por outro lado, o trabalho de (MONTENEGRO et al., 2019) foca na tecnologia móvel como instrumento de ensino e rastreamento, descrevendo a criação do aplicativo "SINAIS",. Diferente da abordagem lúdica direta com o paciente, esta ferramenta foi concebida para dar subsídios a acadêmicos e profissionais de saúde na detecção precoce do autismo, baseando-se nas Diretrizes do Ministério da Saúde,. O aplicativo funciona como um checklist organizado por faixas etárias (de zero a 36 meses), permitindo que o usuário responda "sim"ou "não"sobre comportamentos observados, agilizando a tomada de decisão na atenção primária e servindo como apoio pedagógico na formação profissional, sem, contudo, substituir a avaliação clínica especializada

Com o intuito de viabilizar a triagem precoce do TEA, este trabalho descreve o desenvolvimento do aplicativo móvel TEAjudo. A ferramenta automatiza a aplicação do protocolo M-CHAT-R/F, atuando como um recurso preliminar para a identificação de sinais de risco com base nas métricas oficiais da metodologia. O objetivo central é orientar pais e responsáveis de crianças entre 16 e 30 meses que apresentem suspeitas de atrasos no desenvolvimento motor, social ou de fala sobre a necessidade

de buscarem uma avaliação médica especializada, como a de um neuropediatra, garantindo intervenções em tempo hábil.

O sistema implementa o fluxo integral do questionário inicial, realizando a pontuação automática e o mapeamento das questões de risco. Ao final, o resultado é exibido juntamente com um texto informativo que auxilia na interpretação do escore. Em casos de risco moderado, o aplicativo inicia o questionário de seguimento (Follow-up), aprofundando a investigação das respostas críticas por meio de um fluxo dinâmico de perguntas. Após essa etapa, o resultado final e as orientações correspondentes são apresentados ao usuário. Para a validação e consolidação da ferramenta proposta, a pesquisa foi conduzida com base nos objetivos detalhados a seguir.

1.1 Objetivos da Pesquisa

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver e validar um aplicativo móvel para auxiliar na triagem precoce de sinais de TEA (TEA) em crianças.

Para atingir o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um aplicativo móvel para triagem de sinais de TEA em crianças em idade pré-escolar, especificamente na faixa etária de 16 a 30 meses.
- Implementar o protocolo M-CHAT-R/F no aplicativo, garantindo a precisão na aplicação e pontuação do questionário.
- Avaliar a experiência do usuário (UX) com o aplicativo móvel, sob a perspectiva de profissionais de saúde, durante a triagem de autismo.

1.2 Justificativa e Relevância

De acordo com (KITTLAUS et al., 2025), o diagnóstico precoce do TEA (TEA) é apontado como um fator crucial e decisivo para promover melhores desfechos clínicos e sociais, pois possibilita a implementação de intervenções terapêuticas mais eficazes e a formulação de estratégias individualizadas. A identificação do transtorno antes dos três anos de idade está associada a um maior progresso nas habilidades cognitivas, comunicativas e adaptativas, o que melhora significativamente o prognóstico e o desenvolvimento global da criança, resultando em um impacto positivo direto na qualidade de vida tanto do indivíduo quanto de sua família.

Segundo (LIMA; FURTADO; ANACHE, 2025), a revisão sistemática de trabalhos entre 2014 e 2024 revelou que, embora protocolos internacionais como o

M-CHAT (Modified Checklist for Autism in Toddlers) sejam amplamente utilizados, nenhum possui validação reconhecida pelo SATEPSI (Sistema de Avaliação de Testes Psicológicos). Essa lacuna evidencia a carência de ferramentas adaptadas à realidade sociocultural brasileira, reforçando a urgência de pesquisas de validação para garantir diagnósticos mais precisos e menos dependentes da subjetividade clínica. A relevância deste estudo reside na sua capacidade de oferecer uma ferramenta inovadora que melhora a acessibilidade e a eficácia da triagem de TEA.

Em um mundo onde a maioria dos adultos possui acesso a smartphones, as soluções digitais, como o aplicativo proposto, têm o potencial de democratizar o acesso a triagens preliminares para um público mais amplo, incluindo pais, educadores e profissionais de saúde. Ao otimizar e padronizar o processo de triagem, espera-se uma redução significativa no tempo e nos custos associados ao diagnóstico de TEA. Embora o diagnóstico do TEA (TEA) tenha se tornado mais frequente devido à evolução de métodos e abordagens clínicas, muitas crianças ainda enfrentam uma lacuna temporal significativa até a confirmação diagnóstica.

Frequentemente, pais e responsáveis encontram dificuldades em distinguir variações típicas no tempo de alcance de marcos do desenvolvimento, como a aquisição da fala, de sinais indicativos de TEA. Nesse contexto, o aplicativo TEAjudo propõe-se a ser uma ferramenta de triagem domiciliar acessível, capacitando os responsáveis a identificarem precocemente possíveis sinais do transtorno. Ao sinalizar níveis de risco moderado ou alto, a aplicação orienta a busca por suporte especializado, viabilizando o encaminhamento tempestivo a profissionais capacitados. Essa intervenção precoce é fundamental para assegurar que a criança receba o suporte terapêutico adequado, otimizando seu desenvolvimento e qualidade de vida.

2 Trabalhos relacionados

2.1 TEA

O TEA (TEA), classificado pelo Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais como uma condição do neurodesenvolvimento, caracteriza-se por déficits na comunicação e interação social, bem como por padrões de comportamento restritos e repetitivos que afetam negativamente o desenvolvimento infantil (GIARETTA et al., 2025). Trata-se de um conjunto heterogêneo de transtornos que prejudicam o desenvolvimento motor e psiconeurológico, comprometendo a cognição e a linguagem (PINTO et al., 2016). O conceito de "espectro" abrange quadros clínicos anteriormente diagnosticados de forma distinta, como a Síndrome de Asperger, refletindo a ampla variação na apresentação dos sintomas (DINIZ et al., 2022). Para o diagnóstico, é necessário que os sinais estejam presentes desde a primeira infância e que limitem ou prejudiquem significativamente o funcionamento diário do indivíduo (FORCELINI et al., 2024). Adicionalmente, manifestações clínicas como agitação, irritabilidade, hiperatividade, impulsividade, déficit de atenção, insônia e comportamentos de autoagressão são frequentemente observadas (MELO et al., 2025).

2.2 Aplicação do M-CHAT-R no Brasil

A pesquisa de (GIARETTA et al., 2025), realizada no Brasil, serve como um relevante estudo de caso sobre a aplicação do formulário M-CHAT-R no Sistema Único de Saúde (SUS). O estudo envolveu a participação de enfermeiras, técnicas e auxiliares de enfermagem, que receberam treinamento sobre marcos do desenvolvimento infantil e sinais precoces de TEA. Posteriormente, seus conhecimentos sobre o transtorno e a aplicação do M-CHAT-R foram avaliados por meio de questionários. Concluída a preparação, o formulário foi aplicado aos pais ou responsáveis após as consultas de vacinação, com duração média de dez minutos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Presbiteriana Mackenzie, obteve o consentimento de todos os participantes e seguiu os princípios éticos da Declaração de Helsinki (GIARETTA et al., 2025).

Os resultados deste estudo são diretamente relevantes para o desenvolvimento deste projeto. Segundo (GIARETTA et al., 2025), embora 76% dos profissionais concordem que o M-CHAT-R beneficia o diagnóstico precoce do TEA, a percepção sobre sua implementação é negativa: 91% consideram que o formulário sobrecarrega seu trabalho e menos de 50% acreditam que ele deveria ser incorporado à rotina da saúde

pública. Tais dados indicam que, apesar de ser considerado benéfico no contexto brasileiro, a aplicação manual do M-CHAT-R impõe uma sobrecarga significativa aos profissionais. Diante disso, uma aplicação que simplifique a execução do formulário, eliminando o peso da aplicação manual, pode contribuir de forma importante para aprimorar o diagnóstico precoce do TEA infantil.

2.3 Protocolo do M-CHAT-R/F

De acordo com o material de (ROBINS; FEIN; BARTON, 2009), o Questionário Modificado para a Triagem do Autismo em Crianças, Revisado, com Entrevista de Seguimento (M-CHAT-R/F), é um instrumento validado para crianças entre 16 e 30 meses, esse o formulário inicial, M-CHAT-R, é composto por vinte perguntas de sim ou não que são feitas aos pais ou responsáveis, com base nas respostas é feita uma pontuação, respostas "não" para a maioria dos itens indicam riscos, enquanto "sim" para as perguntas 2, 5 e 12 indicam risco. Cada pergunta que indica risco aumenta um ponto e com base nesses pontos temos os seguintes resultados:

- Baixo Risco: Pontuação de 0-2 (no M-CHAT-R).
- Risco Moderado: Pontuação de 3-7 (no M-CHAT-R), exigindo a aplicação da Entrevista de Seguimento.
- Alto Risco: Pontuação de 8-20 (no M-CHAT-R), com encaminhamento direto para avaliação diagnóstica, podendo prescindir da Entrevista de Seguimento.

Caso a pontuação seja moderada, uma entrevista de seguimento é realizado para reavaliar a criança, para cada pergunta que ocorreu uma pontuação de risco uma ramificação de subperguntas é feita para avaliar novamente o comportamento da criança. Pegando como exemplo a segunda pergunta do formulário, é possível visualizar na imagem 1 abaixo o fluxograma que leva ao resultado da entrevista de seguimento.

2. Você informou que você já se perguntou se o seu filho pode ser surdo. O que o levou a esse pensamento?

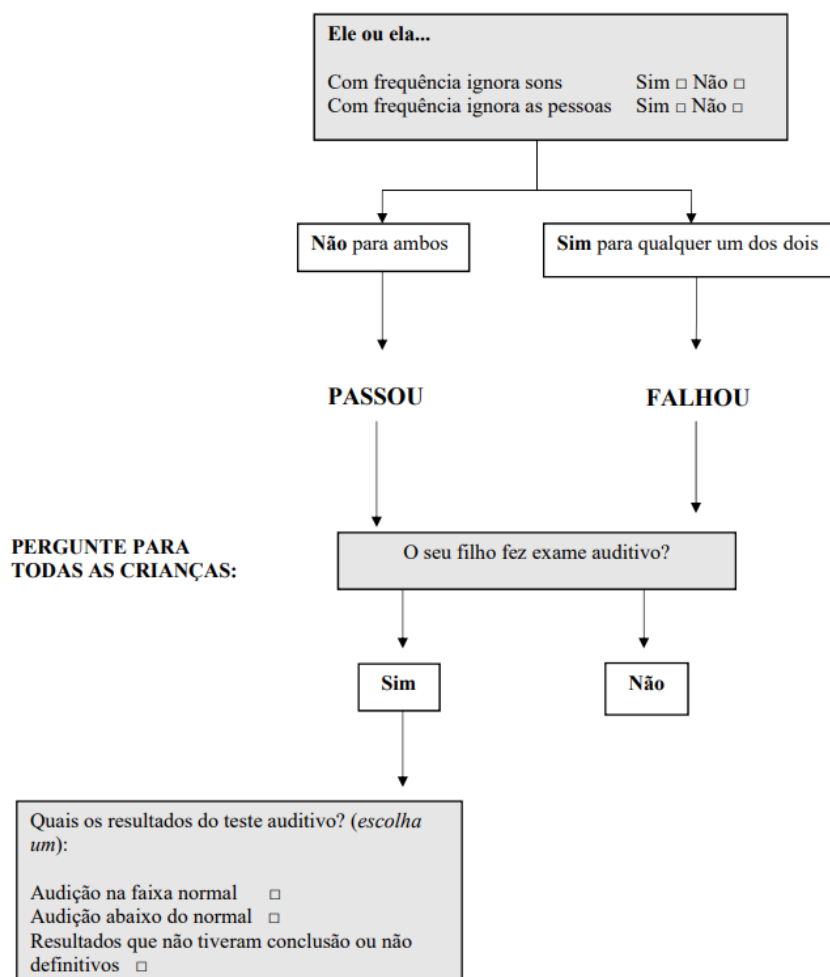


Figura 1 – Segunda pergunta do formulário M-CHAT-R/F, (ROBINS; FEIN; BARTON, 2009)

Na etapa da Consulta de Seguimento (M-CHAT-R/F), os itens que indicaram risco na triagem inicial são aprofundados individualmente. Conforme as diretrizes do protocolo, cada questão possui seu próprio fluxograma, exigindo que o entrevistador faça perguntas adicionais ou solicite exemplos aos pais até que seja possível classificar o comportamento como 'PASSOU' ou 'FALHOU'. Essa estrutura lógica ramificada foi integralmente implementada no projeto, seguindo à risca as instruções oficiais de uso.

2.4 Triagem de TEA em aplicativos móveis

No contexto do desenvolvimento de uma aplicação para a implementação do formulário M-CHAT R/F, o estudo de (REDDY; TAKSANDE; KURIAN, 2024) elucida requisitos fundamentais para a criação de ferramentas de triagem do TEA (TEA). Questões éticas e de privacidade emergem como desafios primordiais. Por envolver

dados de menores, a obtenção do consentimento informado dos pais ou responsáveis é um requisito indispensável. A transparência sobre os dados coletados e sua finalidade deve ser total, seguindo o princípio da minimização, ou seja, utilizando-se apenas as informações estritamente necessárias. Ademais, a proteção desses dados sensíveis deve ser garantida por meio de técnicas robustas de segurança, como criptografia e anonimização, para assegurar a confidencialidade (REDDY; TAKSANDE; KURIAN, 2024). Outro ponto de atenção refere-se às barreiras de acessibilidade. Disparidades socioeconômicas constituem um obstáculo, exigindo que a aplicação apresente ampla compatibilidade com diversos dispositivos e seja otimizada para um baixo consumo de dados móveis. Similarmente, barreiras linguísticas e culturais demandam um processo de localização cuidadoso, com traduções e adaptações culturais para as diferentes regiões onde o aplicativo será utilizado (REDDY; TAKSANDE; KURIAN, 2024).

O trabalho de (REDDY; TAKSANDE; KURIAN, 2024) aponta ainda para a ausência de padronização nos protocolos dos aplicativos de triagem pré-existentes, o que dificulta a comparação entre diferentes abordagens. Nesse sentido, ressalta-se a importância crítica de estudos de validação externa, conduzidos por pesquisadores e instituições de saúde independentes, para aferir a confiabilidade e a acurácia da ferramenta. Por fim, enfatiza-se que tal aplicação deve ser concebida como um componente complementar, e não substituto, às avaliações clínicas realizadas por profissionais qualificados. O objetivo primordial é sua integração aos sistemas de saúde, visando agilizar o atendimento e permitir que os resultados obtidos sejam incorporados aos registros eletrônicos do paciente, contribuindo para o estudo e manejo clínico dos casos de TEA. Nesta mesma perspectiva, o aplicativo TEAjudo foi concebido para integrar-se à rotina de cuidados preventivos, sem a pretensão de substituir o diagnóstico clínico profissional. A aplicação atua como um suporte estratégico para a identificação precoce de sinais de risco em crianças na faixa etária de 16 a 30 meses, servindo como um elo facilitador entre os responsáveis e os especialistas capacitados. Dessa forma, busca-se otimizar a jornada de cuidado, permitindo que a intervenção ocorra de maneira ágil e fundamentada em protocolos validados. A relevância de ferramentas tecnológicas na identificação precoce do TEA (TEA) é evidenciada por iniciativas como o aplicativo *ASDetect*, que utiliza vídeos educativos para capacitar pais na observação de comportamentos de comunicação social em crianças de 11 a 30 meses (BARBARO; YAARI, 2020).

Assim como o *ASDetect* busca reduzir a abordagem de “esperar para ver” ao validar as preocupações dos cuidadores e facilitar o diálogo com profissionais de saúde, o projeto **TEAjudo** fundamenta sua proposta na automação do protocolo M-CHAT-R/F. Ambas as soluções convergem no objetivo de antecipar o rastreamento, que frequentemente ocorre de forma tardia após os 4 anos, permitindo que a triagem domiciliar sirva como um suporte técnico rigoroso para o encaminhamento tempestivo a especialistas.

Enquanto o *ASDetect* foca na educação visual, o **TEAjudo** otimiza a aplicação do questionário clínico e do fluxo de seguimento, consolidando o uso de dispositivos móveis como pontes essenciais para a intervenção precoce e a melhoria do prognóstico clínico. Dessa forma, em consonância com o que os trabalhos correlatos demonstram sobre a necessidade de ferramentas móveis acessíveis, o **TEAjudo** implementa a digitalização integral dos fluxos de triagem e seguimento, operacionalizando o suporte técnico necessário para a detecção precoce.

2.5 LGPD

A arquitetura do sistema adota princípios de Privacy by Design para garantir a adequação à LGPD. O aplicativo opera de forma stateless (sem estado), ou seja, não realiza a persistência de dados em servidores ou bancos de dados externos. As informações inseridas por pais e responsáveis são processadas exclusivamente em memória volátil durante a execução e descartadas ao final da sessão, preservando a privacidade e o anonimato dos usuários.

2.6 Metodologia Scrum

Para a execução deste projeto, foram adotados princípios da metodologia ágil *Scrum*, visando otimizar o fluxo de trabalho e garantir a eficiência no desenvolvimento, mesmo tratando-se de um projeto individual. O *Scrum* caracteriza-se por ser um *framework* iterativo e incremental que estabelece uma estrutura organizacional flexível, conferindo autonomia técnica ao desenvolvedor para a execução das tarefas. Essa abordagem promove a transparência nos processos e permite ajustes contínuos baseados na inspeção empírica dos resultados obtidos em cada etapa (SCHWABER; SUTHERLAND, 2020).

No modelo *Scrum*, o ciclo de desenvolvimento é dividido em *Sprints* (intervalos de tempo fixos, geralmente compreendidos entre 15 e 30 dias) que culminam na entrega de um incremento funcional do produto. Entre os artefatos fundamentais utilizados, destacam-se:

- **Product Backlog:** um artefato dinâmico que consiste na lista priorizada de todas as funcionalidades e requisitos do sistema. Por ser um “documento vivo”, permite a reordenação de prioridades e a inclusão de novos requisitos conforme a evolução do projeto e o valor de negócio identificado.
- **Sprint Backlog:** um conjunto de itens selecionados do *Product Backlog* para serem executados durante a *Sprint* vigente. Este artefato detalha as tarefas

técnicas necessárias e suas respectivas estimativas de esforço, orientando o foco do desenvolvimento no curto prazo.

Os conceitos de backlog da metodologia Scrum foram fundamentais para a gestão deste projeto, sendo utilizados tanto na definição das funcionalidades quanto no tratamento de bugs ao longo do desenvolvimento. Atuando como um artefato vivo e centralizador, o backlog permitiu que o desenvolvedor não apenas listasse os requisitos, mas priorizasse as entregas com base no valor de negócio agregado. Dessa forma, foi possível equilibrar a implementação de novas funcionalidades com a correção de falhas, garantindo que o produto evoluísse de forma consistente e com a qualidade técnica necessária a cada iteração. A adoção do Scrum, mesmo em um contexto de desenvolvimento individual, proporcionou uma estrutura organizada e adaptável, facilitando a gestão do tempo e dos recursos disponíveis para a conclusão bem-sucedida do projeto.

3 Metodologia

A presente seção detalha a metodologia de pesquisa e desenvolvimento adotada para a construção e avaliação do aplicativo móvel destinado à triagem precoce de sinais de TEA (TEA) em crianças.

A metodologia deste trabalho fundamenta-se nas diretrizes de Engineering Research (Pesquisa de Engenharia), conforme proposto por (RALPH et al., 2020), caracterizando-se pela invenção e avaliação de um artefato tecnológico. O processo metodológico foi estruturado em quatro fases iterativas, abrangendo desde o planejamento inicial até a validação final da solução proposta.

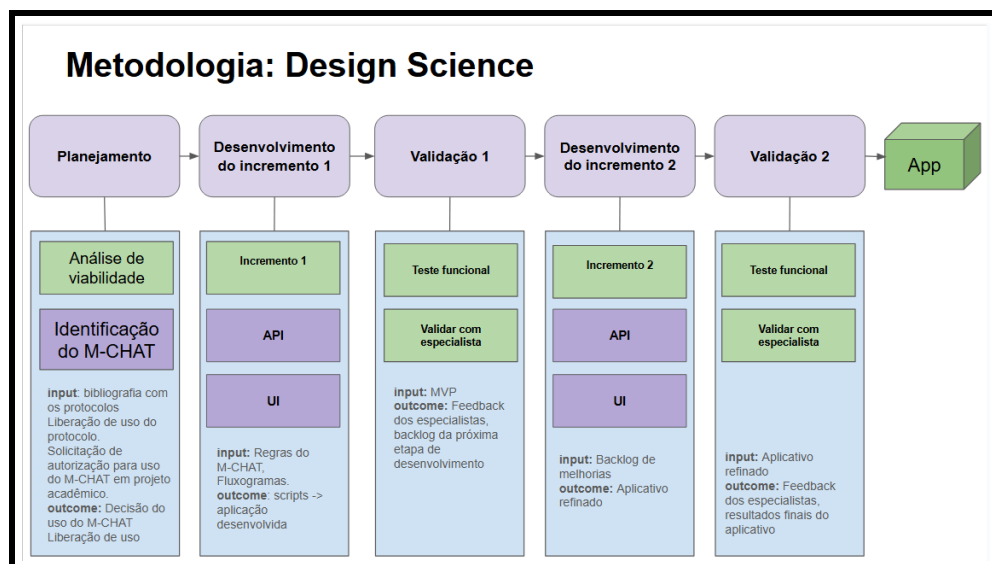


Figura 2 – Representação esquemática da metodologia adotada neste trabalho, baseada em Engenharia de Pesquisa.

Na primeira fase, denominada Planejamento e Definição do Problema, realizou-se uma análise comparativa dos protocolos existentes no mercado para a detecção do TEA (TEA). Esta etapa teve como objetivo justificar a necessidade e relevância do desenvolvimento de uma nova solução tecnológica, selecionando-se o instrumento de rastreio mais adequado para ser informatizado e integrá-lo aos requisitos do projeto.

A segunda fase consistiu no Desenvolvimento do Artefato (Ciclo 1), focada na construção do Mínimo Produto Viável (MVP). Nesta etapa, foram definidas as tecnologias (Stacks), tais como a linguagem de programação Python para a API e o framework Flutter para o desenvolvimento das telas, e a arquitetura do sistema baseada no modelo Cliente-Servidor, estabelecendo uma separação clara de responsabilidades entre as camadas de interface e lógica de negócio, sendo dividido em backend e

frontend. O backend foi estruturado para processar a lógica de negócios, incluindo o gerenciamento das perguntas, opções de resposta e o algoritmo de cálculo de pontuação. Simultaneamente, o frontend foi desenvolvido para oferecer a interface mobile, garantindo a transposição fidedigna do fluxo de triagem clínica para o ambiente digital.

Após a conclusão do MVP, procedeu-se à Avaliação Empírica Inicial (terceira fase), na qual o artefato foi submetido a uma validação preliminar focada na conformidade funcional com as métricas do M-CHAT-R/F. A análise concentrou-se na experiência do usuário (UX) e na garantia de uma usabilidade satisfatória junto aos stakeholders. O grupo de avaliadores incluiu uma especialista em psicologia infantil, responsável por uma análise técnica e clínica da ferramenta, além de responsáveis por uma criança atípica, que representaram o usuário final em potencial para a identificação de barreiras de uso. Os dados coletados, incluindo feedbacks qualitativos e a identificação de inconsistências, foram convertidos em um backlog de melhorias, assegurando que o desenvolvimento subsequente fosse rigorosamente guiado por evidências.

Por fim, a quarta fase compreendeu o Refinamento e Validação Final (Ciclo 2). As correções de bugs e implementações de melhorias priorizadas foram executadas, resultando em uma segunda versão da aplicação. Este artefato refinado foi submetido a uma nova rodada de validação para aferir a eficácia das alterações realizadas e consolidar os resultados finais sobre a viabilidade e utilidade da aplicação proposta.

3.1 Planejamento

Visando o desenvolvimento de uma aplicação móvel para a triagem de autismo fundamentada em evidências e reconhecida pela comunidade médica, foram analisados diversos protocolos, tais como: VB-MAPP (Verbal Behavior Milestone Assessment and Placement Program), ABLLS-R (Assessment of Basic Language and Learning Skills - Revised), PORTAGE (Inventário Operacionalizado Portage) e M-CHAT-R (Modified Checklist for Autism in Toddlers, Revised).

O VB-MAPP avalia os marcos do desenvolvimento infantil e é dividido em três níveis etários: Nível 1 (0-18 meses), Nível 2 (18-30 meses) e Nível 3 (30-48 meses), com o objetivo de identificar indícios de autismo ou atrasos no desenvolvimento. Por sua vez, o ABLLS-R examina habilidades de comunicação básica e social, abrangendo 544 competências distribuídas em 25 categorias — incluindo interação social, motricidade e autoajuda — comparando-as aos marcos esperados para crianças pré-escolares com desenvolvimento típico. Já o Inventário Portage é um instrumento utilizado tanto para a identificação de deficiência intelectual quanto para o acompanhamento contínuo de crianças de 0 a 6 anos, permitindo a aplicação periódica por responsáveis, professores

e terapeutas.

Tabela 1 – Comparativo entre Instrumentos de Avaliação e Triagem do Desenvolvimento

Característica	M-CHAT-R/F	VB-MAPP	ABLLS-R	Portage
Objetivo Principal	Triagem (TEA)	Avaliação/Marcos	Habilidades Sociais	Desenv. Global
Público-Alvo	16 a 30 meses	0 a 48 meses	Pré-escolares	0 a 6 anos
Complexidade	Baixa	Alta	Muito Alta	Média
Aplicador	Pais/Responsáveis	Analistas (ABA)	Terapeutas	Pais/Professores
Tempo de Aplicação	5 a 10 min	Várias sessões	Várias sessões	Periódico
Foco do TEAjudô	Sim (Principal)	Não	Não	Não

Fontes: Adaptado de Robins et al. (2014), Sundberg (2008) e Partington (2006).

Dentre os protocolos analisados, o M-CHAT-R destacou-se por ser uma das ferramentas mais difundidas para o rastreio do TEA (TEA), possuindo validação científica em diversas regiões. O protocolo consiste em um questionário dividido em duas etapas. A primeira apresenta vinte perguntas binárias (sim/não) que classificam o risco em três níveis: baixo risco (baixa probabilidade de TEA), risco moderado (resultados inconclusivos, exigindo a Entrevista de Seguimento) e alto risco (alta probabilidade de TEA). A Entrevista de Seguimento é aplicada nos casos de risco moderado, aprofundando cada item pontuado para uma verificação detalhada.

A seleção do protocolo M-CHAT-R/F como base para este trabalho fundamentou-se em sua estrutura metodológica objetiva, caracterizada pela aplicabilidade direta por pais e cuidadores sem a necessidade de treinamento clínico prévio, o que reduz barreiras de acesso à triagem inicial. Além da ampla validação científica internacional, a literatura recente destaca a eficácia da transposição deste protocolo para dispositivos móveis, apontando o uso de aplicativos como uma estratégia poderosa para agilizar a identificação de riscos de TEA (REDDY; TAKSANDE; KURIAN, 2024). Esta escolha também se justifica pela especificidade etária do instrumento (16 a 30 meses) e pela existência de um fluxo de seguimento padronizado, o qual permite a redução de resultados falso-positivos e garante maior rigor técnico ao processo de triagem automatizada.

3.2 Desenvolvimento

O processo de desenvolvimento do aplicativo móvel de triagem foi estruturado em duas etapas principais. A primeira consistiu na implementação da API (*Backend*), responsável por incorporar a lógica do protocolo M-CHAT-R/F, gerenciar o fluxograma de perguntas e executar o cálculo da pontuação, para o desenvolvimento da API foram utilizadas a linguagem de programação Python e FastAPI para a construção do serviço web. A segunda etapa abrangeu o desenvolvimento da interface (*Frontend*) que foi feita usando o framework Flutter que é bastante utilizado para desenvolvimento de

aplicativos mobile, e por fim da sua integração com a API, a API com a lógica da aplicação fica hospedada na nuvem e a aplicação Flutter faz requisições para a API.

3.2.1 Definição do Backlog do MVP

Nesta etapa inicial, o *backlog* da aplicação foi estabelecido com foco no desenvolvimento do Produto Mínimo Viável (MVP). O objetivo foi construir uma versão funcional que apresentasse a proposta central do projeto, integrando os fluxos essenciais de triagem, ainda que em uma versão preliminar.

3.2.2 Funcionalidades do Backend

O *backend* foi projetado para sustentar a lógica rigorosa do protocolo M-CHAT-R/F e garantir a integridade no gerenciamento de dados. Diferente de projetos de software convencionais, a definição dos requisitos não demandou a elaboração extensiva de critérios de aceitação, visto que o protocolo já possui regras de negócio e fluxos de decisão clínica estritamente definidos (ROBINS; FEIN; BARTON, 2009). Dessa forma, os fluxogramas oficiais do M-CHAT-R/F serviram como o *input* direto para o desenvolvimento, orientando a construção dos requisitos detalhados nesta seção e garantindo a fidelidade algorítmica da ferramenta. As principais funcionalidades implementadas no *backend* incluem:

- **Gerenciamento do Questionário:** Fornecimento das perguntas do questionário inicial e de seguimento em conformidade com a ordem e fluxo metodológico;
- **Lógica de Triagem:** Processamento das respostas (“sim” ou “não”) e identificação de questões de risco;
- **Gerenciamento de Estado da Sessão:** Armazenamento das pontuações obtidas e das perguntas específicas que indicaram risco;
- **Cálculo de Resultados:** Processamento da pontuação final com base na metodologia M-CHAT, determinando o grau de risco e a respectiva mensagem informativa;
- **Fluxo de Seguimento:** Disponibilização das questões de seguimento específicas para os casos classificados como risco médio.

3.2.3 Desenvolvimento da Interface (Frontend)

No desenvolvimento do frontend, a concepção da identidade visual do TEAjudo foi fundamentada em uma semântica que remete diretamente à simbologia do autismo.

Utilizou-se a paleta de cores característica do símbolo do quebra-cabeça (vermelho, amarelo, azul claro e azul escuro) para estabelecer uma conexão imediata e empática com o público-alvo. O logotipo, representado por um coração em formato de quebra-cabeça, sintetiza o propósito humanizado da ferramenta. Para garantir a harmonia visual e o conforto na leitura, optou-se pela predominância do azul claro, que também foi aplicado à tipografia do sistema, assegurando uma interface coesa e intuitiva, construída integralmente do zero para atender às necessidades específicas dos responsáveis e cuidadores. Para o MVP, foram priorizadas as telas fundamentais que compõem a jornada do usuário. O desenvolvimento do *frontend* concentrou-se nos seguintes componentes:

- **Tela Inicial:** Implementação de interface acolhedora com mensagem de boas-vindas e acionador para o início do processo;
- **Tela de Instruções:** Apresentação de orientações fundamentais para o preenchimento, incluindo a ressalva ética de que a ferramenta não constitui diagnóstico médico e não substitui a avaliação de um especialista;
- **Tela do Questionário Inicial:** Interface dinâmica para exibição das perguntas consumidas via API e coleta das respostas;
- **Tela de Resultados:** Exibição do grau de risco e do texto informativo retornado pelo servidor, incluindo navegação de retorno à tela inicial;
- **Fluxo de Risco Médio:** Implementação de botão condicional para acesso ao questionário de seguimento quando identificado o nível de risco intermediário;
- **Tela de Questionário de seguimento:** Interface adaptada para perguntas de múltipla escolha (utilizando *checkboxes*) e perguntas de escolha única, conforme a necessidade do fluxo de seguimento;
- **Tela de Resultados do seguimento:** Apresentação do desfecho final da triagem após o aprofundamento das questões de risco.

3.3 Validação

Após a conclusão do Produto Mínimo Viável (MVP) do aplicativo TEAJUDO, foi realizada uma etapa de validação técnica e pedagógica por meio de uma reunião com especialistas (*stakeholders*). Participaram desta validação a especialista psicóloga e o avaliador deste projeto, com o objetivo de analisar a viabilidade da aplicação e identificar oportunidades de melhoria na interface e no fluxo de usuário.

3.3.1 Análise da Especialista e Identificação de Pontos Positivos

Durante a apresentação da interface, a psicóloga destacou a eficácia da identidade visual, pontuando que a logomarca (o quebra-cabeça em formato de coração) e a nomenclatura do aplicativo — que utiliza o jogo de palavras entre a sigla "TEA" e a expressão de suporte "Te ajudo"— estabelecem uma comunicação clara e acolhedora com o público-alvo.

Um ponto de destaque na validação foi a Tela de Instruções. A especialista reiterou a importância ética e clínica da ressalva apresentada pelo sistema: a de que a ferramenta não substitui o diagnóstico médico e atua estritamente como um rastreio de sinais sugestivos. Segundo a psicóloga, essa clareza é fundamental para diferenciar a aplicação de soluções sem embasamento científico que prometem diagnósticos precoces sem o devido aval profissional.

A validação realizada junto à especialista foi norteada por uma lista de critérios estruturada em quatro eixos fundamentais, visando garantir tanto a robustez técnica quanto a segurança clínica da ferramenta. Inicialmente, verificou-se a cobertura funcional, assegurando que todos os fluxos de navegação e validações de estado operassem sem falhas. Em seguida, auditou-se a consistência com o protocolo, homologando os algoritmos de pontuação e as regras de acionamento do follow-up (M-CHAT-R/F) para garantir total fidelidade às diretrizes médicas. Por fim, a validação debruçou-se sobre a clareza do conteúdo e a qualidade da apresentação dos resultados, certificando que a linguagem fosse acessível aos cuidadores e que os desfechos visuais orientassem condutas sem induzir interpretações diagnósticas equivocadas.

Para conferir objetividade ao processo de homologação, os critérios avaliados em cada eixo foram decompostos nos seguintes itens de verificação:

- **1. Cobertura Funcional:**

- Verificação da navegação fluida entre as telas (avançar, retornar e finalizar);
- Validação do bloqueio de avanço em perguntas obrigatórias não respondidas;
- Teste de persistência dos dados (respostas salvas) ao alternar entre as etapas do formulário.

- **2. Consistência com o Protocolo:**

- Conferência da precisão matemática do cálculo de risco (soma simples e ponderada);
- Homologação da regra de acionamento do questionário de seguimento (acionado estritamente para escore 3 a 7);
- Validação do recálculo do risco final após a entrevista de aprofundamento.

- **3. Clareza e Legibilidade:**

- Avaliação da terminologia para garantir ausência de jargões médicos complexos;
- Verificação da clareza nas opções de resposta (sim/não) para evitar ambiguidade;
- Confirmação de que as instruções de cada tela orientam corretamente a ação do usuário.

- **4. Apresentação dos Resultados:**

- Validação da hierarquia visual (uso das cores verde, amarelo e vermelho);
- Análise ética dos textos finais (foco em "encaminhamento" e não em "diagnóstico fechado");
- Verificação da exibição completa do resumo (Pontuação + Classificação + Recomendação).

Durante a etapa de validação, foi realizada uma verificação exaustiva de todos os fluxos da aplicação. As perguntas foram respondidas intencionalmente de forma a atingir todos os possíveis resultados previstos pelo protocolo. Os testes cobriram os três cenários principais: o de baixo risco, com pontuação entre 0 e 2; o de alto risco, com pontuação superior ou igual a 8; e o de médio risco, com pontuação entre 3 e 7. Adicionalmente, para os casos de risco médio, a Entrevista de Seguimento foi preenchida simulando todas as suas variações de desfecho (baixo, médio e alto risco após o seguimento). Todos esses cenários foram percorridos e validados com a supervisão da especialista.

3.3.2 Oportunidades de Melhoria e Ajustes Técnicos

Embora o questionário tenha sido validado por seguir rigorosamente o protocolo M-CHAT-R/F, os avaliadores apontaram necessidades de ajustes para otimizar a experiência do usuário (UX) e o rigor estético do software:

- **Indicadores de Progresso:** Sugeriu-se a inclusão de uma marcação numérica na barra de progresso (ex: "Pergunta X de 20") para reduzir a ansiedade do usuário e fornecer uma noção clara de temporalidade.
- **Padronização Visual:** O avaliador identificou inconsistências na tipografia em seções específicas, recomendando a padronização das fontes conforme a guia de estilo do projeto.

- **Suporte Visual:** Foi proposta a inclusão de imagens ilustrativas para cada pergunta do questionário, visando facilitar a compreensão dos comportamentos descritos no formulário.
- **Hierarquia de Informação na Tela de Resultados:** Recomendou-se a separação visual entre o quadro de pontuação e as mensagens de orientação. Além disso, propôs-se o uso de cores semânticas (como um sistema de “semáforo”) para indicar visualmente os níveis de risco baixo, médio e elevado.

3.3.3 Backlog de Ajustes e Nova Iteração

Com base no *feedback* recebido e considerando o cronograma de desenvolvimento, foi estabelecido um *backlog* de prioridades para a próxima iteração do projeto. Os itens selecionados para implementação imediata foram:

- Padronização tipográfica completa;
- Implementação de contagem numérica na barra de progresso;
- Reestruturação visual da tela de resultados;
- Aplicação de cores dinâmicas para os diferentes graus de risco;
- Refinamento do *feedback* visual da interface.

A partir dessas definições, deu-se início a uma nova fase de desenvolvimento, focada em integrar as recomendações clínicas e técnicas para elevar a maturidade da aplicação.

3.4 Segunda Iteração de desenvolvimento: Refinamento e Experiência do Usuário (UX)

Nesta segunda etapa de desenvolvimento, o backlog foi consolidado a partir das diretrizes fornecidas pelos stakeholders durante a fase de validação. O foco central desta iteração consistiu no refinamento técnico do projeto e na otimização da experiência do usuário final (User Experience - UX).

3.4.0.1 Padronização Visual e Identidade do Projeto

A primeira intervenção concentrou-se na evolução da interface gráfica, especificamente na tipografia. Foi realizada a padronização das fontes e das paletas de cores para títulos e textos informativos. Para os títulos, adotou-se o mesmo tom de

azul presente na logomarca do aplicativo, garantindo a consistência visual. Tais ajustes resultaram em uma identidade visual mais coesa e profissional, fortalecendo a unidade estética do software.

3.4.0.2 Otimização do Fluxo de Triagem e Respostas do Sistema

Atendendo às observações críticas dos especialistas quanto à usabilidade do questionário, foram implementadas as seguintes melhorias focadas na interação com o usuário:

- **Indicadores de Contexto:** A barra de progresso foi atualizada para exibir o número total de questões e o índice da pergunta atual, permitindo que o usuário se localize com clareza durante a execução do formulário.
- **Arquitetura de Informação:** Na seção de resultados, separou-se o quadro de pontuação dos textos de orientação clínica, melhorando a hierarquia das informações e a legibilidade dos dados apresentados.
- **Otimização de Navegação e Notificações:** Durante o desenvolvimento, identificou-se uma oportunidade de tornar o fluxo de interação mais ágil. A tela intermediária de finalização, que era exibida após cada resposta, foi substituída por uma notificação temporária (snackbar) com a mensagem "Pergunta respondida" em destaque verde.

Essa alteração eliminou etapas desnecessárias e automatizou a transição para a questão subsequente, reduzindo o esforço do usuário e o tempo total de preenchimento. O resultado dessas implementações foi uma melhora significativa na fluidez da aplicação e na facilidade de uso do sistema.

4 Resultados

Ao finalizar os ciclos de iteração entre desenvolvimento e avaliação, consolidou-se o MVP (Minimum Viable Product) do aplicativo TEAjudo. O artefato final consiste em uma solução móvel plenamente capaz de automatizar o protocolo M-CHAT-R/F, realizando o processamento algorítmico das pontuações em ambas as etapas: o questionário inicial e, quando necessário, a entrevista de seguimento. Para além da execução funcional, o sistema fornece orientações fundamentadas aos pais e responsáveis sobre o encaminhamento clínico adequado, cumprindo o objetivo de suporte à decisão.

A apresentação dos resultados está estruturada em quatro dimensões: a descrição do produto final e seus fluxos; as evidências técnicas de implementação (backend e frontend); as evidências de garantia de qualidade (testes e correções); e, por fim, os achados decorrentes da validação com especialista.

4.1 O Produto Final: Fluxo e Interface

O aplicativo TEAjudo materializa o protocolo M-CHAT-R/F através de uma interface projetada para minimizar a carga cognitiva e otimizar a jornada de uso. A identidade visual adota uma estética minimalista e "asséptica", integrando as cores simbólicas do autismo em um fundo predominantemente branco para transmitir a credibilidade típica de ambientes de saúde.

4.1.1 Fluxo de Triagem e Regras de Negócio

A regra de negócio central da aplicação segue o fluxo de triagem definido pelo protocolo oficial. O sistema opera em duas etapas lógicas:

1. **Questionário Inicial:** Composto por 20 perguntas binárias. O algoritmo processa as respostas e calcula uma pontuação preliminar.
2. **Classificação e Decisão:**
 - **Baixo Risco (0-2 pontos):** Encerra o fluxo indicando baixa probabilidade de TEA.
 - **Risco Moderado (3-7 pontos):** O sistema direciona o usuário automaticamente para a entrevista de seguimento (Follow-up), onde apenas os itens falhos são reavaliados.

- **Risco Elevado (≥ 8 pontos):** Encerra o fluxo recomendando busca imediata por especialista.

4.1.2 Apresentação das Interfaces

A experiência do usuário foi desenhada para ser linear e intuitiva. A jornada inicia-se na Tela Inicial (Figura 3), que foi elaborada para ser acolhedora e reduzir a ansiedade dos pais. Seu elemento central, um quebra-cabeça em formato de coração, reforça o propósito de auxílio. Antes de iniciar o teste, o usuário é direcionado obrigatoriamente para a Tela de Instruções (Figura 4), onde são apresentados os termos éticos e o aviso de que a ferramenta não substitui um diagnóstico clínico. Somente após essa etapa, o acesso ao Questionário (Figura 5) é liberado, apresentando as perguntas de forma clara e com feedback visual de progresso.



Figura 3 – Tela Inicial.

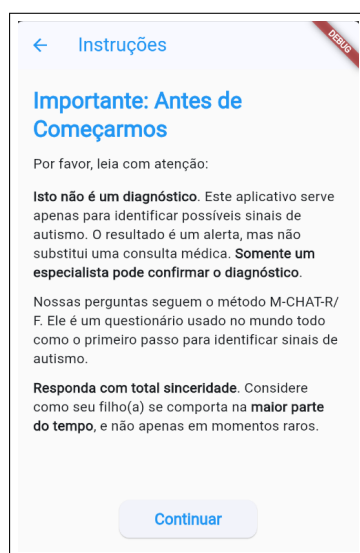


Figura 4 – Instruções.

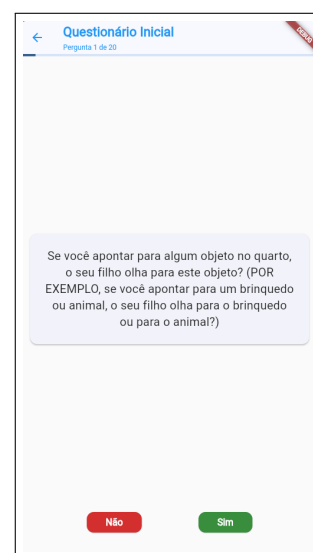


Figura 5 – Questionário.

Uma vez finalizado o preenchimento do questionário, o sistema processa as respostas e apresenta a pontuação preliminar. A interface de resultados utiliza uma comunicação visual baseada na metáfora semaforica para facilitar a compreensão imediata.

A primeira possibilidade é o cenário de **Baixo Risco**, ilustrado na Figura 6, que ocorre quando a pontuação situa-se entre 0 e 2 pontos. Neste caso, a interface adota a cor predominante verde e exibe uma mensagem informativa de tranquilização, indicando que a criança não apresenta sinais significativos de TEA e dispensando ações clínicas imediatas.

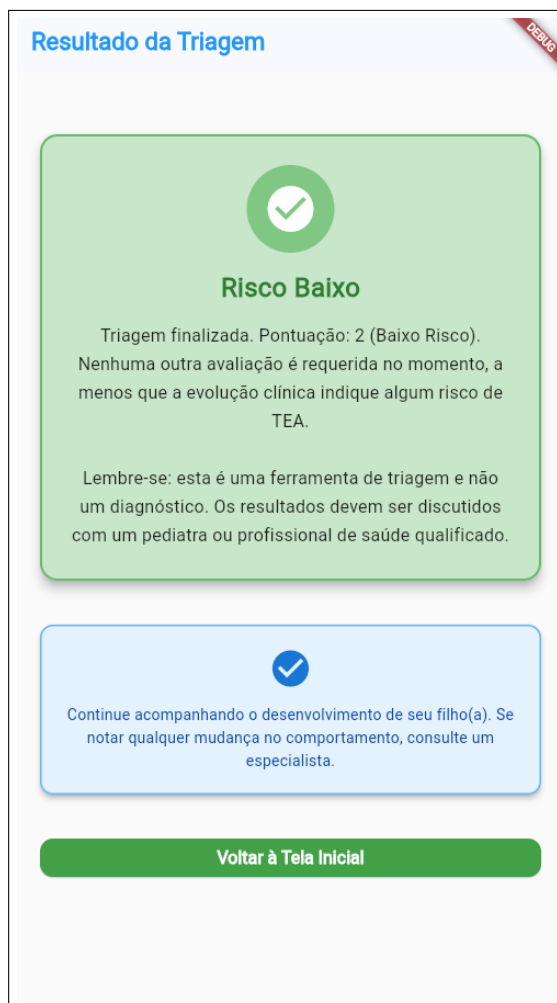


Figura 6 – Tela de Resultado: Baixo Risco.

Para os casos onde a pontuação atinge entre 3 e 7 pontos, o sistema exibe a tela de **Risco Moderado** (Figura 7). A interface assume a cor amarela, denotando atenção. O diferencial desta tela é a presença do botão "Continuar para Entrevista", um componente de interação obrigatório que guia o usuário para a segunda etapa do protocolo (o questionário de seguimento), garantindo que a triagem não seja encerrada sem o devido aprofundamento.



Figura 7 – Tela de Resultado: Risco Médio.

Por fim, a Figura 8 demonstra o cenário de **Risco Elevado**, acionado quando a pontuação é igual ou superior a 8. A tela utiliza a cor vermelha para transmitir urgência. O texto é diretivo e enfático, orientando os pais a procurarem avaliação especializada (neuropediatra) imediatamente, cumprindo o papel ético da ferramenta de encaminhar casos críticos.

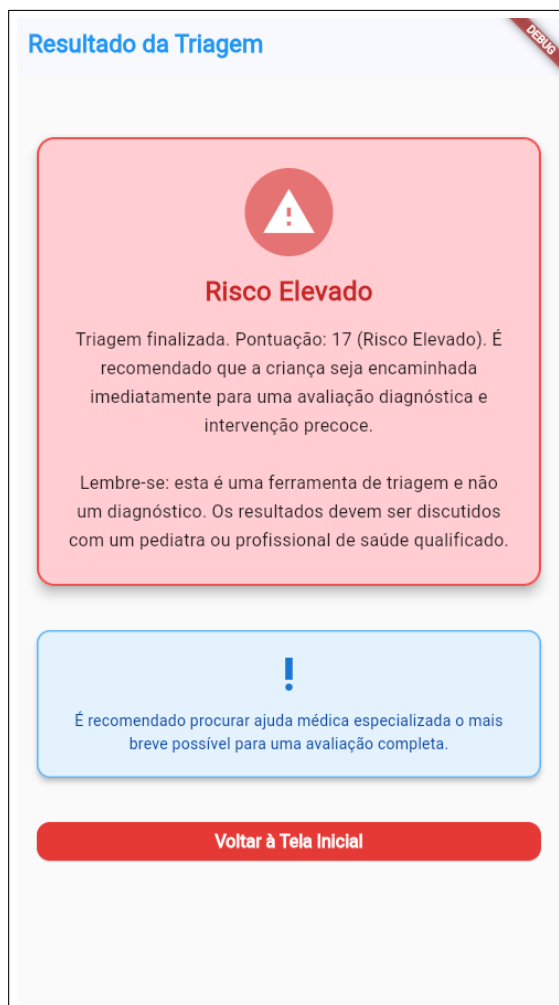


Figura 8 – Tela de Resultado: Alto Risco.

4.2 Evidências Técnicas de Implementação

A construção do sistema baseou-se em uma arquitetura desacoplada, utilizando Python (FastAPI) para a lógica de protocolo e Dart (Flutter) para a interface do usuário.

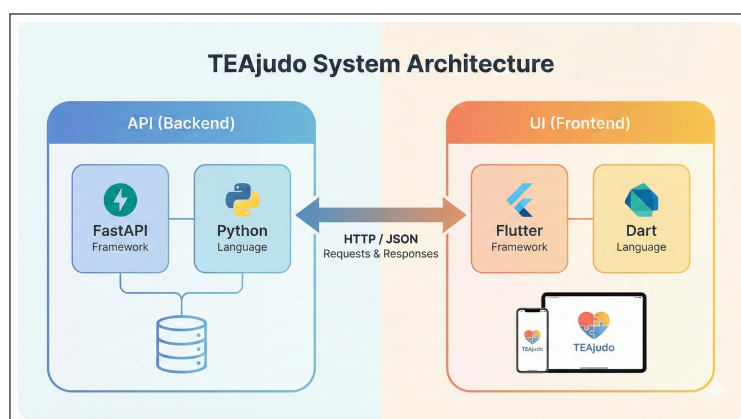


Figura 9 – Arquitetura do Sistema TEAjudo.

4.2.1 Implementação da Lógica (API)

A API transcreve a árvore de decisão do M-CHAT-R/F para uma estrutura JSON hierárquica e manipulável. O Código 4.1 evidencia como as perguntas de aprofundamento são aninhadas, permitindo que a entrevista de seguimento seja dinâmica.

```
1 {
2   "id": 16,
3   "question": "Se voce vira a cabeca...",
4   "scoring_risk_on": "Nao",
5   "follow_up": {
6     "on_sim": { "outcome": "PASSOU" },
7     "on_nao": {
8       "interview_prompt": "O que seu filho faz...",
9       "exemplos_passou": [
10        { "id": "p1", "label": "Olha para o que voce esta olhando?" }
11      ]
12    }
13  }
14 }
```

Listing 4.1 – Estrutura JSON da pergunta 16 e suas ramificações

A classe controladora `Interview_processor` gerencia a lógica de pontuação. O trecho de código abaixo (Código 4.2) demonstra a implementação de uma regra complexa de seguimento, onde o sistema avalia múltiplos exemplos de comportamento antes de decidir se a criança falhou ou passou no item.

```
1 def process_question_5(self, session_id, session_state, user_answer):
2   # ... trecho omitido para brevidade ...
3   if node == "analysis":
4     on_sim_logic = logic_data["on_sim"]
5     fail_ids = {ex['id'] for ex in on_sim_logic["exemplos_falhou"]}
6     # Verifica se alguma selecao do usuario corresponde a falha
7     has_fail = any(sel in fail_ids for sel in user_selections)
8
9     if not has_fail:
10      return BotResponse(..., outcome="PASSOU")
11    else:
12      # Logica de verificacao de frequencia
13      session_state.current_node_id = "frequency_check"
14      return BotResponse(..., response_type="single_choice")
```

Listing 4.2 – Lógica de processamento da questão 5 na API.

4.2.2 Implementação da Interface (UI)

O frontend foi desenvolvido em Flutter, permitindo a entrega de uma aplicação nativa para Android e iOS com base de código única. A implementação focou na componentização dos widgets para garantir a consistência visual e na gestão de estado para controlar a navegação fluida entre as perguntas, especialmente nos casos de risco moderado onde o fluxo de telas é alterado dinamicamente pela resposta da API.

Para ilustrar a estrutura declarativa da interface, o Código 4.3 apresenta a implementação da HomeScreen.

```
1 import 'package:flutter/material.dart';
2 import 'questionnaire_screen.dart';
3 import 'instructions_screen.dart';
4 import '../theme/app_text_styles.dart';
5
6 // --- TELA INICIAL (HomeScreen) ---
7 class HomeScreen extends StatelessWidget {
8   const HomeScreen({super.key});
9
10  @override
11  Widget build(BuildContext context) {
12    return Scaffold(
13      body: Center(
14        child: Padding(
15          padding: const EdgeInsets.all(24.0),
16          child: Column(
17            mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
18            crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.center,
19            mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.min,
20            children: [
21              // Carregamento da logo otimizado para o Pixel Ratio do
22              // dispositivo
23              Builder(builder: (ctx) {
24                final dpr = MediaQuery.of(ctx).devicePixelRatio;
25                final cacheW = (dpr * 126 * 2).round();
26                return Image.asset(
27                  'lib/images/logo2.png',
28                  width: 126,
29                  height: 126,
30                  fit: BoxFit.contain,
31                  cacheWidth: cacheW,
32                  filterQuality: FilterQuality.high,
33                );
34              },
35              const SizedBox(height: 12),
36              // Nome do App com letras coloridas e contorno (stroke)
```



```
77         'Ola! Um olhar atento pode mudar tudo. Boas vindas ao
TEAJUDO, a sua ferramenta de apoio na triagem do autismo.',
78         style: AppTextStyles.labelLarge.copyWith(color: Colors
.blue),
79         textAlign: TextAlign.center,
80     ),
81 ),
82
83     const SizedBox(height: 18),
84
85     // Botao de Inicio
86     ElevatedButton(
87         style: ElevatedButton.styleFrom(
88         padding: const EdgeInsets.symmetric(horizontal: 28,
vertical: 12),
89         foregroundColor: Colors.blue,
90     ),
91     onPressed: () {
92         Navigator.push(
93             context,
94             MaterialPageRoute(builder: (context) => const
InstructionsScreen()),
95         );
96     },
97     child: const Text('Iniciar Formulario'),
98 ),
99 ],
100 ),
101 ),
102 ),
103 );
104 }
105 }
```

Listing 4.3 – Implementação da Tela Inicial (HomeScreen) em Flutter

O trecho de código acima demonstra como a identidade visual e a navegabilidade foram codificadas. Destaca-se o uso do widget `Stack` para a renderização do título "TEAJUDO", onde a sobreposição de duas camadas de texto — uma para o preenchimento colorido e outra para o contorno (*stroke*) — garante o contraste necessário e a fidelidade às cores simbólicas do espectro autista. Além disso, a gestão de navegação é evidenciada no evento `onPressed` do botão principal, que utiliza o método `Navigator.push` para empilhar a tela de instruções (`InstructionsScreen`) sobre a tela atual, dando início efetivo à jornada do usuário no aplicativo de forma intuitiva.

4.3 Evidências de Qualidade

Para assegurar a confiabilidade clínica e técnica do software, foram adotados processos de verificação e validação contínuos.

4.3.1 Evidências de Testes

Seguindo as diretrizes de verificação e validação de software propostas por Sommerville (SOMMERVILLE, 2019), estruturou-se um protocolo de testes sistemáticos executado ao encerramento de cada iteração de desenvolvimento. O objetivo principal foi assegurar a qualidade do artefato e a integridade das entregas contínuas.

O plano de testes abrangeu três camadas críticas: a lógica de negócio residida na API, a interface e o fluxo de navegabilidade no framework Flutter, bem como a integração entre os sistemas. A elaboração dos casos de teste baseou-se no mapeamento das funcionalidades da aplicação, definindo-se, para cada requisito, o cenário de execução e o comportamento esperado.

A documentação desse processo foi organizada em uma tabela contendo a descrição do caso, o procedimento (passo a passo), o resultado esperado e o status de execução. Este último permitiu o rastreamento contínuo do progresso da validação, classificando os testes como pendentes, em execução ou concluídos. Devido à extensão dos casos mapeados, a planilha completa com o detalhamento deste protocolo encontra-se disponível publicamente no repositório oficial do projeto¹.

Um caso de teste que pode ser analisado é do teste localizado na linha 3 da planilha, identificado pelo ID CT02, aborda o caso de “Cobertura de Fluxo: Risco Médio”. A descrição instrui o testador a iniciar um novo questionário, selecionar respostas que acumulem uma pontuação entre 3 e 7 pontos e, em seguida, tentar finalizar o processo. Como resultado esperado, o aplicativo deve exibir um alerta visual de atenção (nas cores amarelo ou laranja) e iniciar automaticamente a segunda etapa de triagem, conhecida como fluxo de Seguimento (M-CHAT-R/F). Este teste é essencial para garantir que a lógica condicional do sistema funcione corretamente, identificando pontuações de risco moderado e redirecionando o usuário para a validação clínica de forma fluida e sem interrupções.

Outro caso de teste relevante é o localizado na linha 8 da planilha, identificado pelo ID CT07, foca na “Regra de Classificação de Risco”. A descrição instrui o testador a validar a ferramenta nos limites exatos de transição de pontuação, testando especificamente os valores de 2, 3, 7 e 8 pontos. Como resultado esperado, o aplicativo deve categorizar as notas de forma rigorosa dentro das faixas estabelecidas: de 0 a 2 pontos indicando risco Baixo, de 3 a 7 pontos para risco Médio (o que aciona a etapa

¹ Repositório com a documentação completa: (<https://github.com/wnetohr/teajudo>)

de Follow-up) e de 8 a 20 pontos para risco Alto. Este teste, conhecido em engenharia de software como análise de valor limite, é crucial para atestar a precisão matemática e lógica do sistema, assegurando que não existam falhas ou ambiguidades quando a pontuação cai exatamente na fronteira entre dois níveis de risco, garantindo assim que o direcionamento clínico seja sempre seguro e correto.

4.3.2 Correção de Falhas (Bugs)

Em consonância com Sommerville ([SOMMERVILLE, 2019](#)), que destaca a detecção e reparo de defeitos como um processo fundamental para elevar a qualidade e a confiabilidade do software, realizou-se um rigoroso monitoramento de falhas paralelamente às evoluções funcionais do projeto.

Na etapa inicial de construção da API, foram encontradas no total quinze inconsistências que concentravam-se na lógica de navegação do protocolo, especificamente no encerramento prematuro de nós de subperguntas e em falhas na persistência de itens de risco que deveriam compor o questionário de seguimento. Adicionalmente, foram corrigidas imprecisões nos algoritmos de pontuação, assegurando a integridade dos cálculos conforme a metodologia oficial.

No desenvolvimento da interface móvel com Flutter, a complexidade do gerenciamento de estado e o encadeamento dinâmico do formulário exigiram atenção minuciosa. Identificaram-se e corrigiram-se falhas na ordenação de perguntas e na conclusão de fluxos específicos da entrevista de seguimento. Já no âmbito da integração, foram solucionados problemas de latência provenientes do serviço de *cloud computing* e erros de sincronização nas requisições entre o frontend e a API.

Todos os casos de falhas foram resolvidos e documentados, garantindo a rastreabilidade do processo de estabilização. O monitoramento contínuo permitiu que o produto final atingisse um nível de maturidade adequado para a fase de validação com especialista, assegurando que as funcionalidades críticas estivessem operacionais e alinhadas às expectativas clínicas.

Para a gestão dessas ocorrências, utilizou-se uma planilha de rastreabilidade que permitiu o monitoramento do ciclo de vida de cada falha através dos estados: *To do* (pendências), *On going* (em progresso) e *Done* (solucionadas). O registro detalhado de todo esse processo de estabilização encontra-se disponível para consulta no repositório supracitado.

Como exemplo de alguns casos de bugs que foram encontrados, o bug documentado na linha 9 da planilha, identificado pelo ID BE08, refere-se a uma “Falha na integração API/Frontend”. A descrição relata uma instabilidade na comunicação entre as camadas da aplicação, manifestando-se por meio de erros de política de

mesma origem (CORS), falhas HTTP ou esgotamento do tempo limite (timeout) das requisições. Como resultado esperado da correção, a troca de informações entre o aplicativo construído em Flutter e o backend em Python (FastAPI) deve ocorrer de forma fluida, processando os envios e retornos de dados sem quedas de conexão. A resolução desse tipo de problema de infraestrutura de rede é vital para garantir que a arquitetura do sistema seja robusta, assegurando que as informações trafeguem com segurança e estabilidade entre o cliente e o servidor.

Outro bug foi o do localizado na linha 10 da planilha, identificado pelo ID FE01, trata de um problema de interface classificado como “Alinhamento da tela inicial”. A descrição aponta para um desvio indesejado no layout e na malha (grid) de posicionamento dos componentes visuais na View principal. Como resultado esperado após a correção, todos os elementos da interface devem apresentar espaçamentos consistentes, simetria e responsividade adequada dentro da estrutura do Flutter. A correção imediata de falhas de front-end dessa natureza é fundamental, pois o alinhamento correto não apenas melhora a estética geral do aplicativo, mas também garante uma navegação intuitiva, transmitindo maior profissionalismo e clareza visual logo no primeiro contato com a ferramenta.

4.4 Achados da Validação com Especialista

A validação final do artefato foi conduzida com o apoio de especialista da área, guiada por critérios de cobertura funcional, consistência com o protocolo, clareza e apresentação.

Os principais achados e as respectivas implementações decorrentes dessa etapa foram:

- **Ajuste Semântico:** A especialista apontou termos ambíguos em duas perguntas da entrevista de seguimento. *Ação:* Os textos foram reescritos para garantir linguagem acessível a cuidadores de todos os níveis de instrução, sem perder a fidelidade ao M-CHAT-R.
- **Ética no Resultado:** Foi solicitada cautela nos textos de "Risco Elevado" para evitar pânico. *Ação:* A mensagem final foi alterada para enfatizar a "necessidade de avaliação profissional" em vez de sugerir um diagnóstico fechado de autismo.
- **Fluxo de Risco Médio:** Validou-se que o sistema aciona o questionário de seguimento corretamente apenas para os itens falhos. *Resultado:* A lógica foi homologada como 100% aderente ao manual oficial do instrumento.

Essa etapa confirmou que o TEAjudo não apenas funciona tecnicamente, mas é seguro e adequado para uso como ferramenta de suporte à triagem.

4.5 Avaliação com Usuários Finais e Especialista Clínico

Para a validação final do aplicativo TEAjudo, foram conduzidos dois testes práticos: o primeiro com a mãe de uma criança autista e o segundo com um psicólogo infantil. O teste inicial contou com a participação da mãe de uma criança de três anos. Durante a triagem, o questionário primário apontou risco médio, atingido corretamente a necessidade da entrevista de seguimento (M-CHAT-R/F). O resultado final confirmou o risco moderado e orientou a busca por ajuda especializada para uma investigação clínica mais aprofundada. O tempo total de preenchimento pelo aplicativo foi de 3 minutos e 36 segundos. A usuária avaliou o sistema positivamente, elogiando a identidade visual. Contudo, sugeriu que a transição para a etapa de seguimento apresentasse uma mensagem mais explícita, pois a exibição do resultado parcial gerou a falsa impressão de que a avaliação já havia sido concluída.

A segunda etapa de validação foi realizada com um psicólogo infantil, que utilizou sua experiência clínica para simular as respostas de um responsável por uma criança no espectro autista. O sistema calculou corretamente um resultado de risco elevado, dispensando de forma adequada a etapa de entrevista de seguimento, com um tempo total de interação de aproximadamente três minutos. O profissional avaliou a ferramenta de forma muito positiva e demonstrou interesse em sua data de lançamento. Como sugestão de melhoria, recomendou a captura e a utilização do nome do responsável durante o fluxo de mensagens, visando humanizar o diálogo e tornar a experiência mais acolhedora e próxima do usuário final.

4.6 Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Os resultados obtidos com o desenvolvimento do TEAjudo demonstram a viabilidade técnica de automatizar protocolos de triagem complexos em dispositivos móveis, garantindo a fidelidade às regras de pontuação do M-CHAT-R/F e oferecendo uma interface acessível para o público leigo. A principal contribuição deste trabalho reside na entrega de uma ferramenta que reduz a barreira de entrada para a identificação precoce do TEA, fornecendo aos pais um feedback imediato e fundamentado.

Ao comparar o TEAjudo com trabalhos correlatos, observam-se algumas diferenças de escopo e contribuições específicas. Uma primeira comparação relevante é com o estudo do uso do M-CHAT-R no SUS relatado por (GIARETTA et al., 2025), que apontou uma percepção negativa de implementação devido à sobrecarga de trabalho manual e necessidade de treinamento, apesar do reconhecimento de benefício na triagem. O TEAjudo responde diretamente a esse tipo de barreira ao automatizar a pontuação, pois permite controlar o fluxo da entrevista de seguimento e organizar a jornada de uso em telas lineares, reduzindo dependência de aplicação manual e parte do esforço de condução do protocolo. A contribuição, neste caso, é operacional: transformar regras e fluxogramas do M-CHAT-R/F em lógica executável com interface padronizada.

Em relação a soluções que usam tecnologia móvel como apoio à detecção ou formação, o aplicativo SINAIS (MONTENEGRO et al., 2019) é descrito como um checklist por faixa etária baseado em diretrizes, voltado a acadêmicos e profissionais, sem substituir avaliação especializada. O TEAjudo difere por implementar um protocolo específico, com regras de pontuação e follow-up ramificado, e por conduzir o usuário por uma sequência controlada que termina em classificação de risco e orientação correspondente. Assim, enquanto o SINAIS organiza sinais por idade para apoio educacional e rastreio amplo, o TEAjudo foca na automatização completa de um instrumento padronizado de triagem já consolidado na literatura.

Quanto a abordagens lúdicas, o DiagnosTEA (BARBOSA; RIBEIRO, 2023)

utiliza um jogo digital com mecânicas para avaliar e estimular habilidades além de apoiar diagnósticos e terapia. O TEAjudo não possui objetivo de avaliar habilidades diretamente nem realizar intervenção terapêutica. A contribuição do TEAjudo é distinta: digitalizar um instrumento de triagem preenchido por cuidadores, preservando as regras do questionário e do seguimento, com mensagens que reforçam que o resultado não constitui diagnóstico. Essa diferença reduz ambiguidades sobre “o que o sistema mede” e posiciona o artefato como suporte à decisão para encaminhamento.

Por fim, ao comparar o TEAjudo com o trabalho de Reddy, Taksande e Kurian (2024) (REDDY; TAKSANDE; KURIAN, 2024), que discute requisitos para aplicativos de triagem, como ética, privacidade, acessibilidade e necessidade de validação externa, observa-se alinhamento em dois pontos. Primeiro, o TEAjudo se baseia em um protocolo validado (M-CHAT-R/F). Segundo, o fluxo de instruções e as telas de resultado reforçam que a ferramenta tem finalidade de triagem e não substitui avaliação clínica

Como contribuição técnica, este trabalho explicita a transposição da árvore de decisão do M-CHAT-R/F para estrutura JSON e processamento na API o que favorece rastreabilidade das regras implementadas e manutenção do instrumento no software. Em síntese, a contribuição principal do trabalho é a automatização integral do fluxo M-CHAT-R/F (incluindo follow-up ramificado), combinada com uma interface estruturada para público leigo e com validação qualitativa orientada a segurança de mensagem e coerência com o protocolo. Como limitação, este trabalho não reporta resultados de validação externa independente nem métricas quantitativas de desempenho e impacto (ex.: tempo de aplicação, taxa de erro, comparação com aplicação manual), o que restringe conclusões sobre efetividade em cenários reais.

Visando a continuidade e o amadurecimento científico desta pesquisa, delineiam-se quatro eixos estratégicos para a evolução do TEAjudo, organizados em etapas complementares.

A **primeira etapa** consiste na validação empírica da solução junto aos usuários finais. Propõe-se o estabelecimento de uma amostra definida para a aplicação de instrumentos de coleta padronizados — como questionários de usabilidade e entrevistas — seguidos de uma análise sistemática dos achados para o refinamento da experiência de uso.

A **segunda etapa** foca na robustez ética e legal do artefato. Torna-se imperativo implementar mecanismos avançados de governança de dados, assegurando o consentimento explícito, políticas claras de retenção e a minimização da coleta de informações sensíveis, em conformidade com as legislações de proteção de dados.

A **terceira etapa** projeta a expansão do escopo funcional para uma arquitetura multiprotocolo. Conforme mapeado na Tabela 1, o sistema comporta a inclusão de

instrumentos que cobrem outras faixas etárias e objetivos, como o **Portage** (0 a 6 anos) e ferramentas de avaliação robustas como o **VB-MAPP** e o **ABLLS-R**. Essa ampliação permitiria acompanhar a longitudinalidade do cuidado, distinguindo claramente a triagem rápida da avaliação comportamental extensa. Sob a ótica técnica, a arquitetura do sistema já foi projetada para suportar essa escalabilidade. No que tange ao *frontend* (Flutter), a estratégia de componentização permite um alto grau de reuso dos elementos visuais e *widgets* consolidados no M-CHAT-R/F. Em contrapartida, o principal esforço de desenvolvimento concentrar-se-ia no *backend* (API), dada a necessidade de implementar as regras de negócio, algoritmos de pontuação e fluxos lógicos específicos inerentes a cada novo instrumento de triagem.

Por fim, a **quarta etapa** investigará a integração com os fluxos de Atenção Primária à Saúde. O objetivo é desenvolver funcionalidades para a exportação de resultados ou relatórios que apoiem o encaminhamento e o registro clínico, reforçando o caráter de suporte à decisão da ferramenta, e não de substituição do diagnóstico médico.

5 Conclusão

O presente trabalho alcançou seu objetivo principal ao desenvolver e validar uma solução tecnológica móvel, o TEAjudo, voltada à otimização do rastreamento precoce do TEA (TEA). Ao automatizar o protocolo M-CHAT-R/F para crianças de 16 a 30 meses, a pesquisa não apenas digitalizou um formulário clínico, mas democratizou o acesso a uma ferramenta vital de triagem. A solução atua como um agente redutor de assimetrias de informação, empoderando pais e responsáveis com dados fundamentados sobre o desenvolvimento de seus filhos antes mesmo da primeira consulta com um especialista.

Do ponto de vista da Engenharia de Software, a arquitetura adotada demonstrou-se resiliente e adequada ao contexto de saúde digital (e-Health). A escolha pelo framework Flutter permitiu a entrega de uma experiência nativa e fluida em diferentes sistemas operacionais, garantindo que barreiras tecnológicas não impeçam o acesso à ferramenta. Simultaneamente, o backend em Python com FastAPI assegurou o processamento ágil das regras de negócio e a integridade dos cálculos de risco, provendo uma base sólida para a escalabilidade futura da aplicação e potencial interoperabilidade com sistemas de prontuário eletrônico.

Um dos pilares centrais deste estudo foi a ênfase na Experiência do Usuário (UX) e no Design de Interfaces (UI). Conclui-se que a abordagem de design empático — materializada na identidade visual acolhedora, no uso estratégico das cores e na linguagem clara — foi determinante para mitigar a ansiedade natural que envolve o processo de avaliação do desenvolvimento infantil. A aplicação conseguiu equilibrar a seriedade necessária a um instrumento de saúde com a leveza exigida para o engajamento de cuidadores leigos, transformando um protocolo técnico em uma jornada de cuidado acessível.

A validação conduzida com especialista da área de psicologia ratificou a segurança clínica da solução. A aprovação nos critérios de cobertura funcional, fidelidade ao protocolo e clareza comunicacional confirma que o TEAjudo opera dentro dos limites éticos estabelecidos, atuando estritamente como ferramenta de suporte à decisão e encaminhamento, sem incorrer no risco de induzir diagnósticos automáticos equivocados. O feedback positivo recebido evidencia que a tecnologia, quando bem aplicada, serve como uma extensão da prática clínica, ampliando o alcance dos profissionais de saúde.

Em suma, o TEAjudo apresenta-se não apenas como um artefato de software funcional, mas como uma contribuição social relevante para a causa do autismo. Ao facilitar a identificação de sinais de risco em uma janela neuroplástica crítica (16 a 30 meses), a ferramenta potencializa as chances de intervenção precoce. Este fator é

decisivo para o prognóstico da criança, podendo alterar positivamente sua trajetória de desenvolvimento, promover sua autonomia futura e oferecer suporte tempestivo ao seu núcleo familiar.

Referências Bibliográficas

- BARBARO, J.; YAARI, M. Study protocol for an evaluation of asdetect - a mobile application for the early detection of autism. *BMC Pediatrics*, v. 20, p. 21, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12887-019-1888-6>. Citado na página 21.
- BARBOSA, B. M.; RIBEIRO, M. W. S. Uso de jogos digitais como ferramenta para o diagnóstico/terapia do transtorno do espectro autista. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. *Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*. Rio Grande, 2023. p. 1323–1329. Disponível em: https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2023.233940. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 46.
- CAMPOS, L. K. d.; FERNANDES, F. D. M. Perfil escolar e as habilidades cognitivas e de linguagem de crianças e adolescentes do espectro do autismo. *CoDAS*, v. 28, n. 3, p. 234–243, may 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20162015023>. Citado na página 13.
- CATELLI, C. L. R. Q.; D'ANTINO, M. E. F.; BLASCOVI-ASSIS, S. M. Aspectos motores em indivíduos com transtorno do espectro autista: revisão de literatura. *Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento*, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 56–65, jun 2016. Acesso em: 03 fev. 2026. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-03072016000100007&lng=pt&nrm=iso. Citado na página 14.
- CORREIA, D. S. S.; ALVES, M. F. V.; FERREIRA, G. C. S. Processo diagnóstico do autismo e impacto na dinâmica familiar: Uma revisão bibliográfica. *Epitaya E-Books*, v. 1, n. 34, p. 73–85, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2023755p73>. Citado na página 14.
- DINIZ, N. L. et al. Autism and down syndrome: early identification and diagnosis. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 80, n. 6, p. 620–630, 2022. Citado 3 vezes nas páginas 13, 14 e 18.
- FORCELINI, C. M. et al. Proposal of a screening instrument for autism spectrum disorder in children (mini-tea scale). *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 82, n. 3, p. 1–8, 2024. Citado 4 vezes nas páginas 13, 14, 15 e 18.
- GIARETTA, N. M. et al. Implementation of M-Chat for Screening of Early Signs of Autism in the Brazilian Health Care System: A Feasibility Study. *Nursing Reports*, v. 15, n. 4, p. 120, 2025. Citado 3 vezes nas páginas 15, 18 e 46.
- KITTLAUS, I. et al. Diagnóstico precoce de autismo: uma revisão de literatura. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 7, n. 7, p. 252–262, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n7p252-262>. Citado na página 16.
- LIMA, J. J. M.; FURTADO, R. P.; ANACHE, A. A. Estudos sobre os instrumentos diagnósticos do transtorno do espectro autista. *Revista Psicologia e Saúde*, Campo Grande, v. 17, p. e17183013, 2025. Acesso em: 3 fev. 2026. Disponível em: <https://pssa.ucdb.br/pssa/article/view/3013>. Citado na página 16.

MELO, D. et al. *OS PROTOCOLOS UTILIZADOS NO DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DE CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISMO - TEA*. Zenodo, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15265565>. Citado 4 vezes nas páginas 13, 14, 15 e 18.

MONTENEGRO, K. S. et al. Aplicativo sobre a detecção precoce do autismo: uma ferramenta educacional para o ensino em saúde. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 11, n. 6, p. e347, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.25248/reas.e347.2019>. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 46.

PINTO, R. N. et al. Autismo infantil: impacto do diagnóstico e repercussões nas relações familiares. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, v. 37, n. 3, p. e61572, 2016. Citado 3 vezes nas páginas 13, 14 e 18.

RALPH, P. et al. Empirical standards for software engineering research. *arXiv preprint arXiv:2010.03525*, 2020. Acessado em: 16 jan. 2026. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2010.03525>. Citado na página 24.

REDDY, K.; TAKSANDE, A.; KURIAN, B. Harnessing the Power of Mobile Phone Technology: Screening and Identifying Autism Spectrum Disorder With Smartphone Apps. *Cureus*, v. 16, n. 2, p. e55004, feb 2024. Citado 4 vezes nas páginas 20, 21, 26 e 47.

ROBINS, D. L.; FEIN, D.; BARTON, M. *Checklist Modificado para Autismo em Crianças Pequenas: versão revisada e consulta de seguimento (M-CHAT-R/F)*. [S.l.], 2009. Tradução de: Ilana L. Losapio, Iara S. Siquara, Cristina M. Lampreia, Gisa L. Lázaro, & Milena P. Pondé. Disponível em: <http://www.mchatscreen.com>. Disponível em: <http://www.mchatscreen.com>. Citado 4 vezes nas páginas 7, 19, 20 e 27.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://scrumguides.org/scrum-guide.html>. Citado na página 22.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 10. ed. São Paulo: Pearson Universidades, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 43.

WIECKOWSKI, A. T. et al. Sensitivity and specificity of the modified checklist for autism in toddlers (original and revised): A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, v. 177, n. 4, p. 373–383, 2023. Citado na página 14.