

## PRODUÇÃO TÉCNICA E TECNOLÓGICA

# PRODUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE APLICATIVO MÓVEL UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA PREDIÇÃO E APOIO AO DIAGNÓSTICO DA TUBERCULOSE PULMONAR EM CRIANÇAS: TB-KIDS

**MESTRE: KATERINE SOUSA PICOLI**  
**ORIENTADOR(A): PROF.<sup>a</sup> DRA. AMÉLIA NUNES SICSÍ**



## Protótipo de alta fidelidade de um aplicativo móvel utilizando inteligência artificial para a predição e apoio ao diagnóstico da tuberculose pulmonar em crianças: TB-Kids

**Produto técnico tecnológico:** Protótipo de alta fidelidade de um aplicativo móvel utilizando inteligência artificial para a predição e apoio ao diagnóstico da tuberculose pulmonar em crianças: TB-Kids

**Linha de pesquisa:** Tecnologias de cuidado e epidemiologia como ferramentas para práticas de enfermagem em saúde.

**Autores:** Me. Katerine Souza Picoli; Dra. Amélia Nunes Sicsú.

**Data da defesa:** 31 de julho de 2023.

## Protótipo de alta fidelidade de um aplicativo móvel utilizando inteligência artificial para a predição e apoio ao diagnóstico da tuberculose pulmonar em crianças: TB-Kids

O usuário poderá acessar o aplicativo TB-Kids por meio do link “<https://estudiomorph.com/.tbkids>”. Para utilizar o aplicativo, o profissional de saúde deverá realizar um cadastro.

Internamente as aplicações compartilham o mesmo banco de dados, permitindo assim a interoperabilidade e a integridade dos dados. Isso significa que, uma vez cadastrado, o profissional terá acesso a todas as funcionalidades do aplicativo, como o cálculo do escore de risco, a leitura de imagens radiológicas e outras ferramentas disponíveis, sem a necessidade de repetir o cadastro ou inserir novamente os dados.

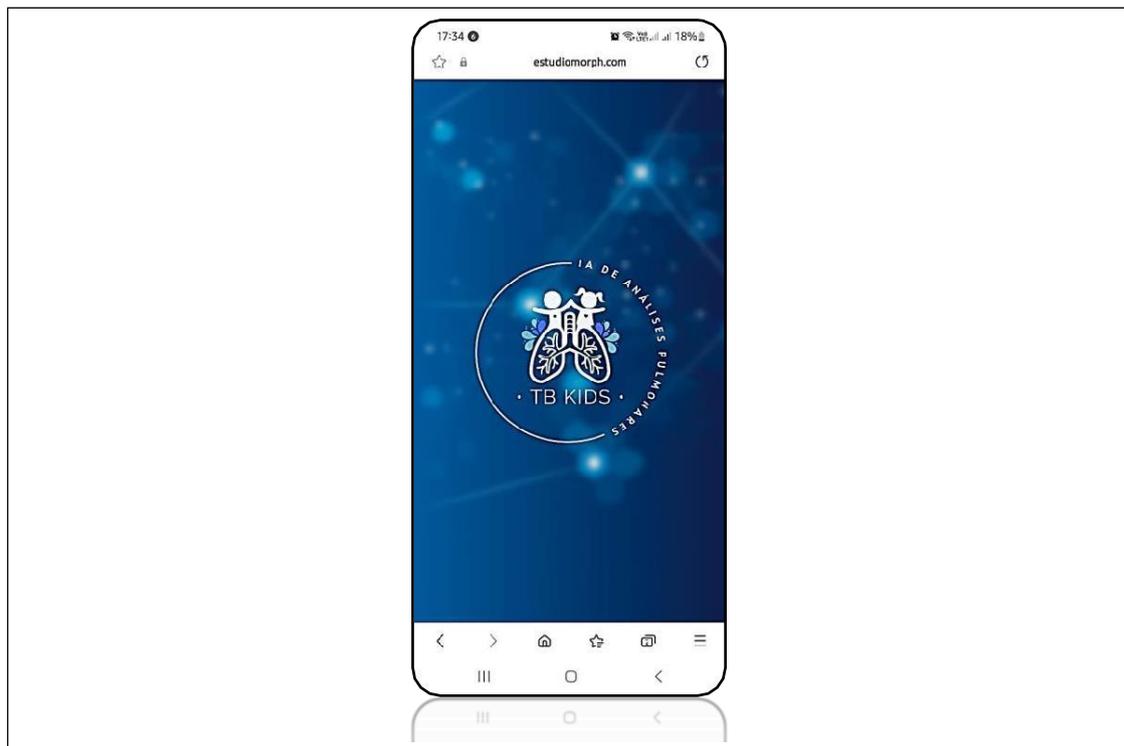
Para autenticar o acesso no aplicativo, o profissional precisará realizar um cadastro e criar uma senha forte, que será armazenada de forma criptografada no banco de dados da aplicação. Essa medida de segurança garante que a senha não seja armazenada em formato de texto simples, tornando-a mais segura contra possíveis ataques ou violações de segurança.

A senha criada pelo profissional deve conter no mínimo seis caracteres, a fim de garantir um nível básico de segurança. Caso ocorra um erro na autenticação, o aplicativo enviará um aviso, informando que a senha ou outras informações de autenticação fornecidas não estão corretas.

As telas iniciais: *Splash screen do app TB Kids* está ilustradas na Figura 25 e as telas de login e cadastro do profissional na Figura 26.

A tela Splash Screen do app *TB Kids* trará informações sobre o aplicativo com um texto informativo mostrando o objetivo do software, população alvo como e ele será utilizado, dando as boas-vindas ao profissional que irá acessá-lo.

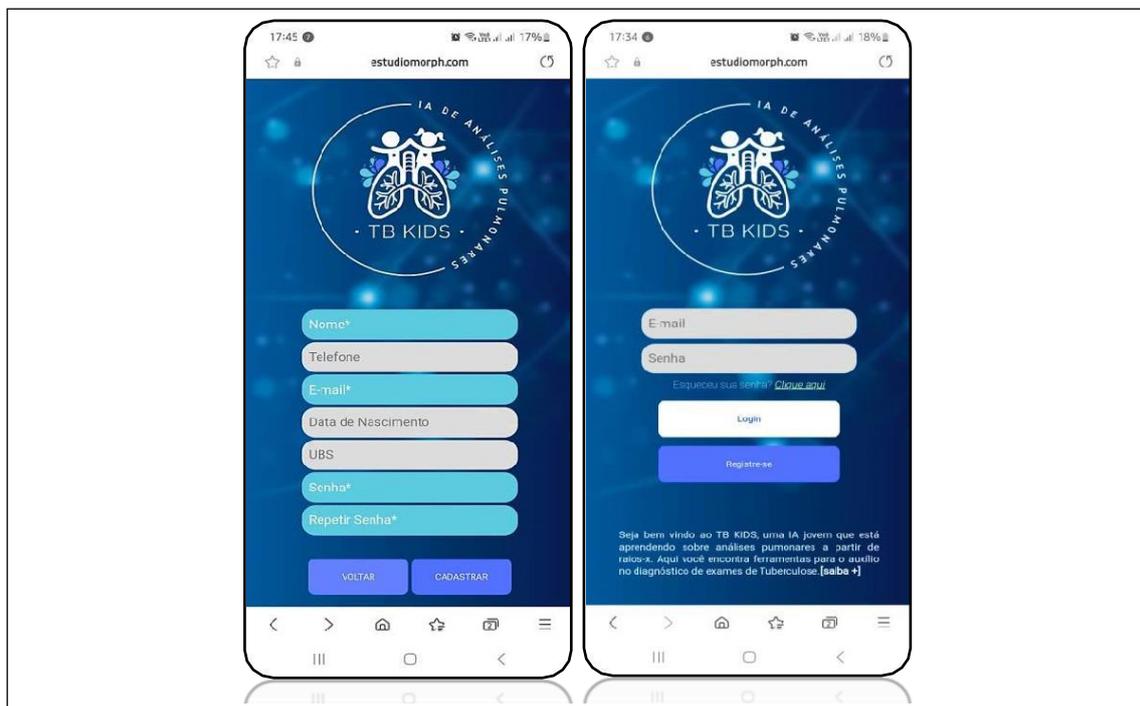
Figura 25-Tela Splash Screen do app TB-Kids



Fonte: Imagem do App TB-Kids, 2023

O cadastro exigirá que o profissional preencha os seguintes dados de autenticação: nome completo, data de nascimento, telefone, e-mail, unidade de saúde em que atua. Além disso, será solicitado que crie a senha para futuros logins (Figura 26)

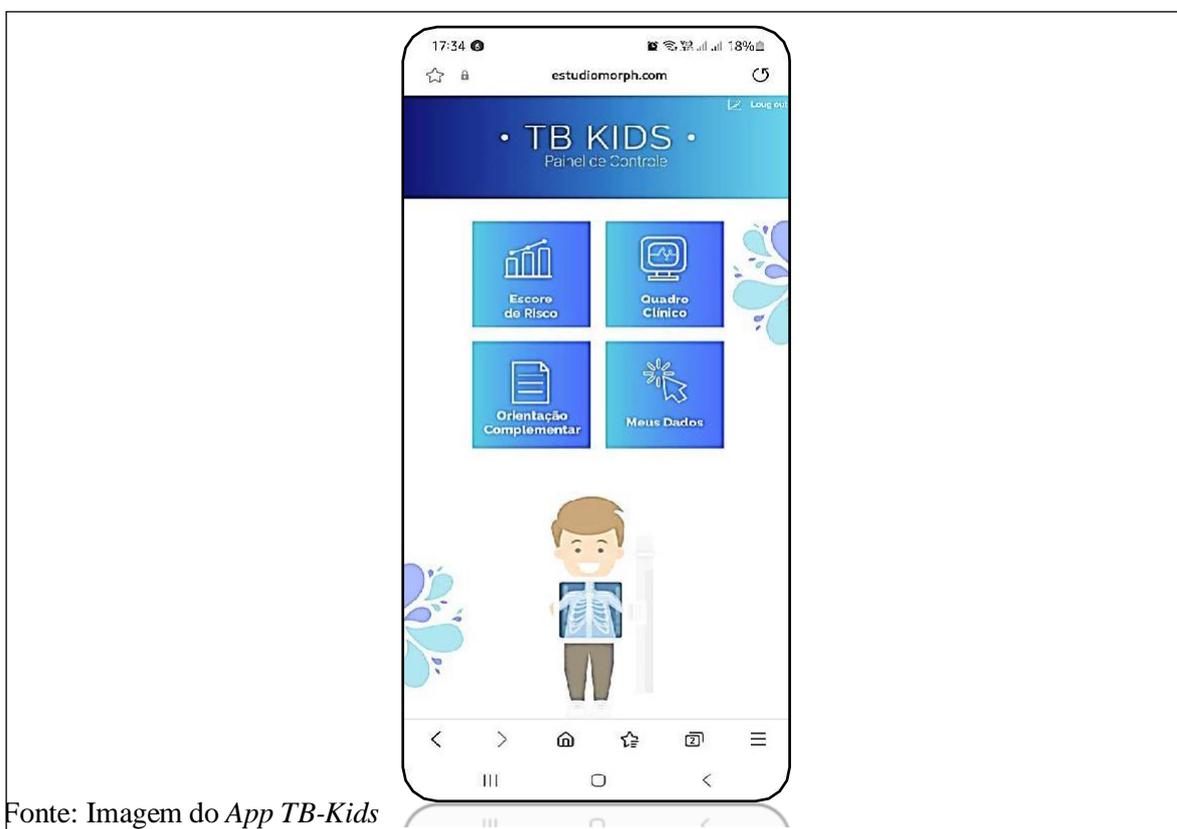
Figura 26-Tela de cadastro e tela de login do profissional



Fonte: Imagem do App TB-Kids, 2023

Na Tela painel de controle, o usuário terá acesso às quatro funcionalidades principais do app: avaliação do escore de risco (com sete etapas contendo a predição de imagens de radiografias para crianças por IA e gráfico de pontuação de risco com os parâmetros da criança, além do resultado e conduta indicada), Quadro clínico (contendo o histórico da crianças, dados, gráficos e armazenamento da imagem), Orientação complementar com condutas, fluxogramas, exames complementares de apoio na tomada de decisão, esquema básico de crianças com diagnóstico confirmado para TB, vídeos de exames com passo a passo e para continuidade do cuidado, um algoritmo do MS para diagnóstico de ILTB) e botão meus dados para visualizaçãodas informações cadastrais do profissional. (Figura 27).

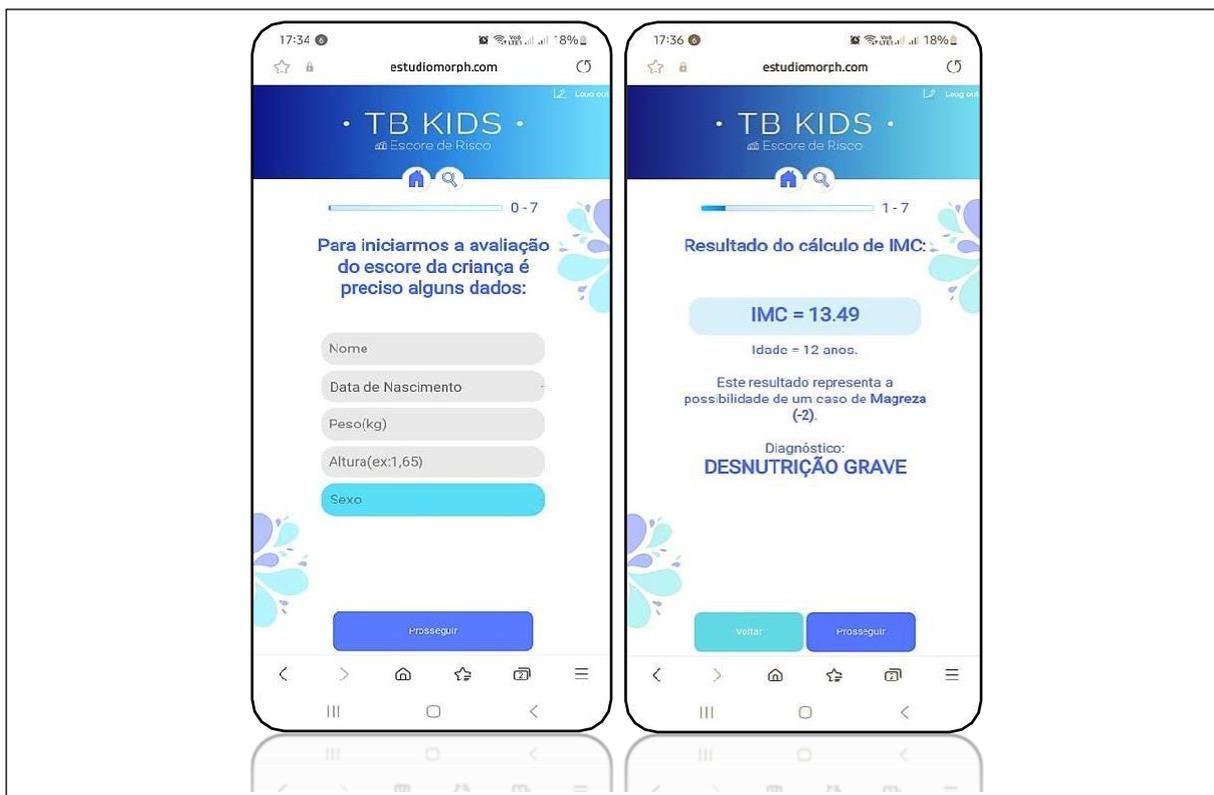
**Figura 27-**Tela do painel de controle do *app*



Fonte: Imagem do *App TB-Kids*

A figura 28 mostra a tela 1 do escore de classificação de risco terá como funcionalidade principal a avaliação do estado nutricional da criança e os seus dados iniciais, através do preenchimento do nome da criança, data de nascimento, peso, altura e sexo será possível produzir o resultado do quadro nutricional do infante. A tela gerará um resultado do IMC da criança baseado no percentil de acordo com sua faixa etária, onde será estabelecido o diagnóstico nutricional da criança, com as possíveis interpretações: magreza, magreza acentuada, eutrofia, risco de sobrepeso, sobrepeso, obesidade (Figura 28).

**Figura 28**-Tela 1 do escore de classificação de risco para TB com avaliação nutricional

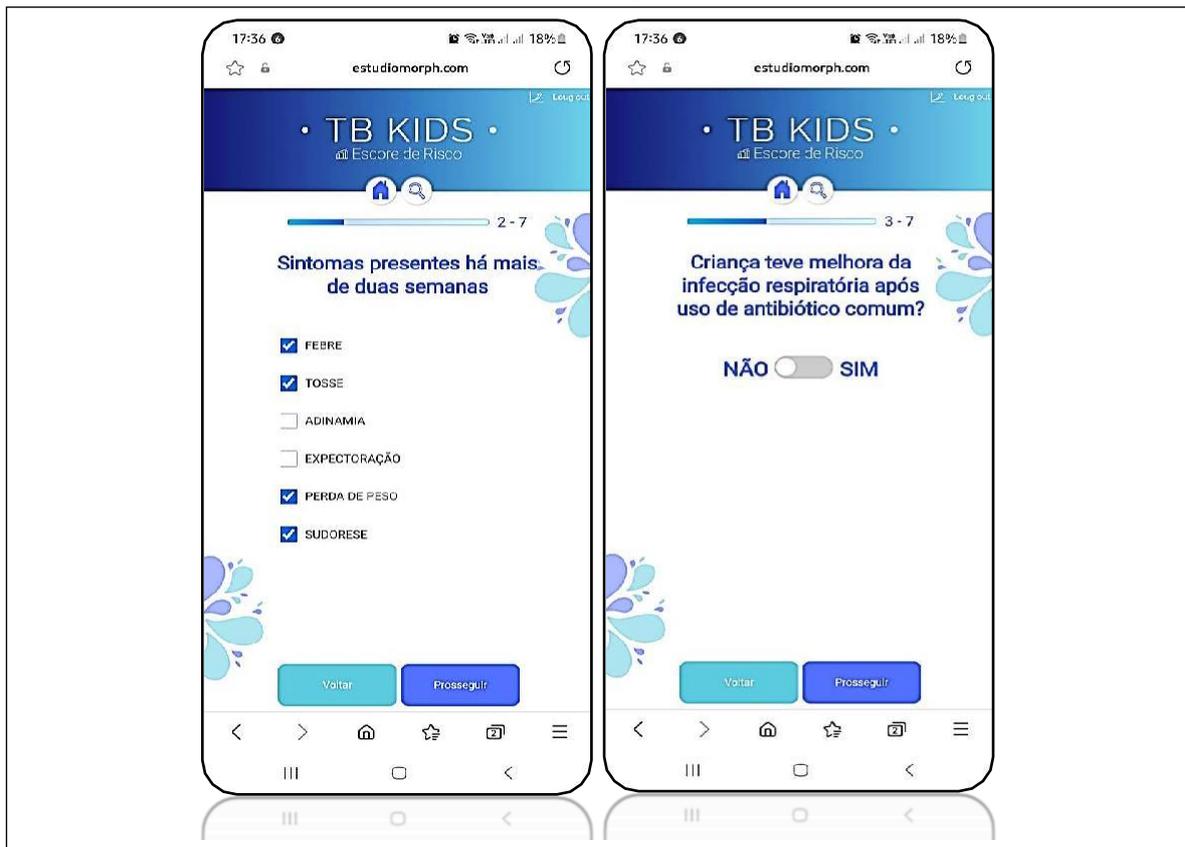


Fonte: Imagem do App *TB-Kids*

A tela 2 apresentada na figura 29 terá como funcionalidade investigar os possíveis sintomas sugestivos para TB ativa que a criança pode estar apresentando: tosse, febre, adinamia, expectoração, perda de peso e sudorese. Tendo o profissional que preencher somente os sintomas que a criança esteja manifestando. A próxima tela investigará se a criança iniciou algum tratamento com antibióticos comuns, caso a resposta seja, não, aumenta-se a suspeita de tuberculose (Figura 29).

Ainda na figura 29 é exibido a tela 3, nessa etapa a criança é avaliada se iniciou o tratamento com antibióticos para infecções comuns, não havendo melhora da infecção respiratória após o seu uso, demonstra alta pontuação para suspeita de TB, cada etapa o aplicativo estabelecerá uma pontuação

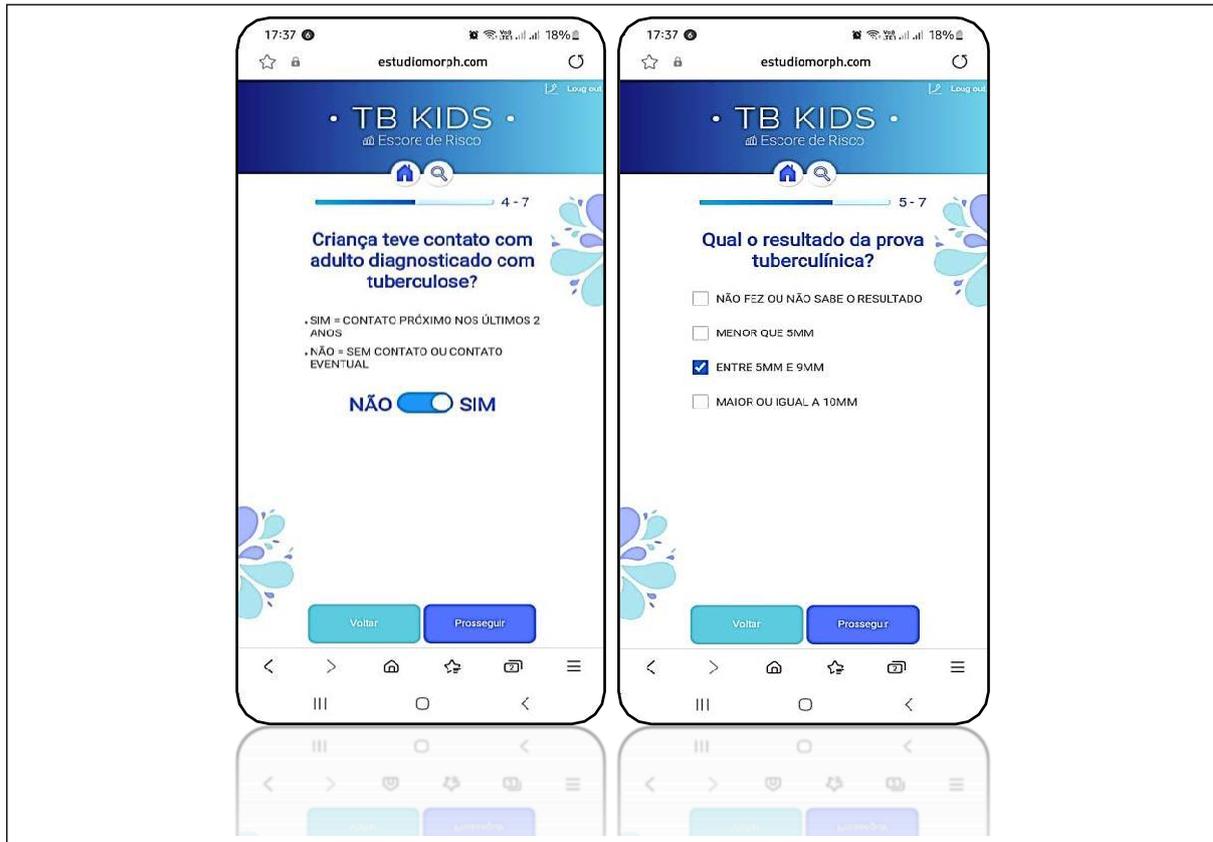
Figura 29-Tela de sintomas e tela de desfecho de antibioticoterapia de fármacos comuns.



Fonte: Imagem do App TB-Kids

Na figura 30 possui a tela 4 com a investigação se a criança teve contato com adulto diagnosticado com tuberculose e mostra na tela 5, etapa em que o profissional terá que preencher se a criança realizou a prova tuberculínica alguma vez, caso tenha realizado, tem a opção de registrar e será gerado mais uma pontuação nesta etapa. Prova tuberculínica  $PT \geq 10$  mm gera-se 10 pontos no escore,  $PT$  entre 5 a 9 mm gera-se 5 pontos e ausência dos critérios acima não pontua.

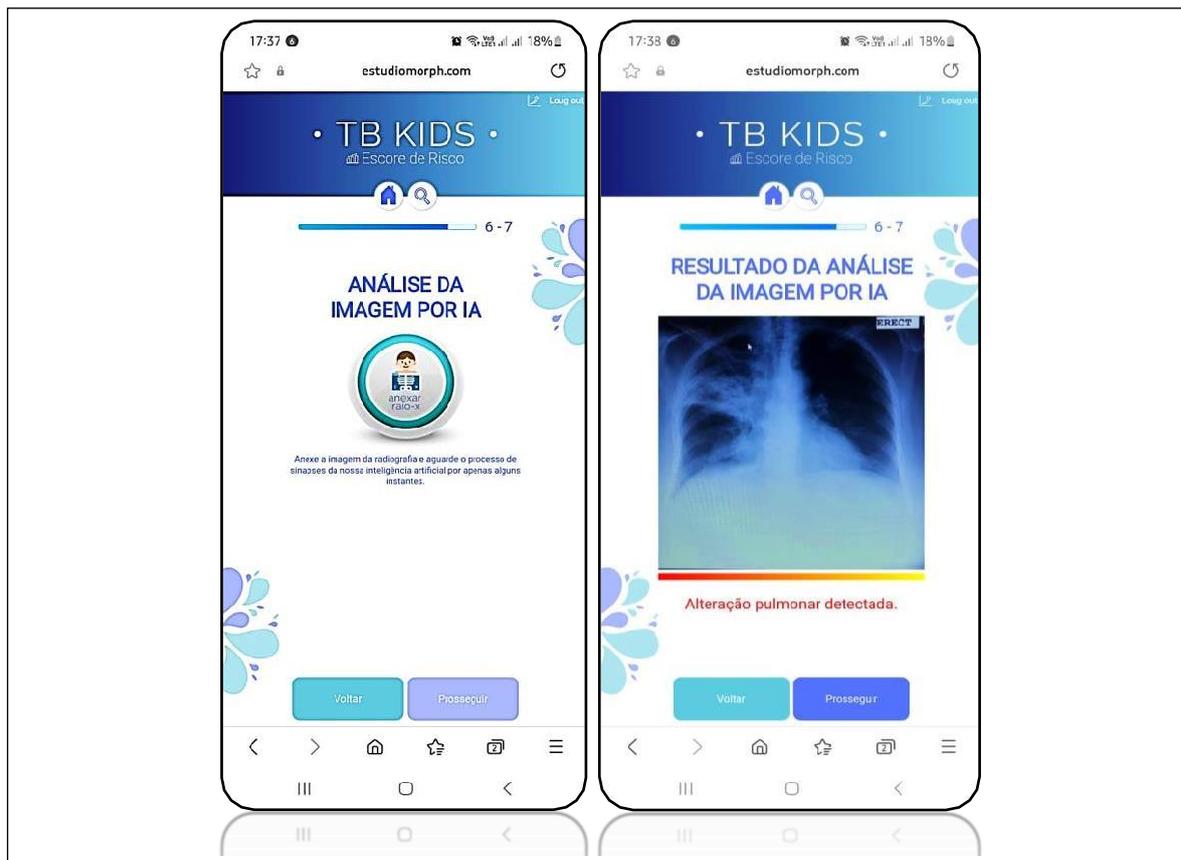
Figura 30-Tela 4 e 5 da avaliação do escore



Fonte: Imagem do App TB-Kids, 2023

A tela 6 do escore demonstrada na figura 31, tem como funcionalidade, interpretar através da Inteligência Artificial, imagens de radiografias de tórax de crianças, ao clicar no botão indicado o profissional terá a opção: anexar a imagem ou apontar a câmera para a radiografia que gostaria de realizar a leitura, após isso o app irá iniciar a análise e gerar um resultado de diagnóstico da imagem, caso identifique anormalidades, o app irá indicar como resultado: alteração pulmonar detectada.

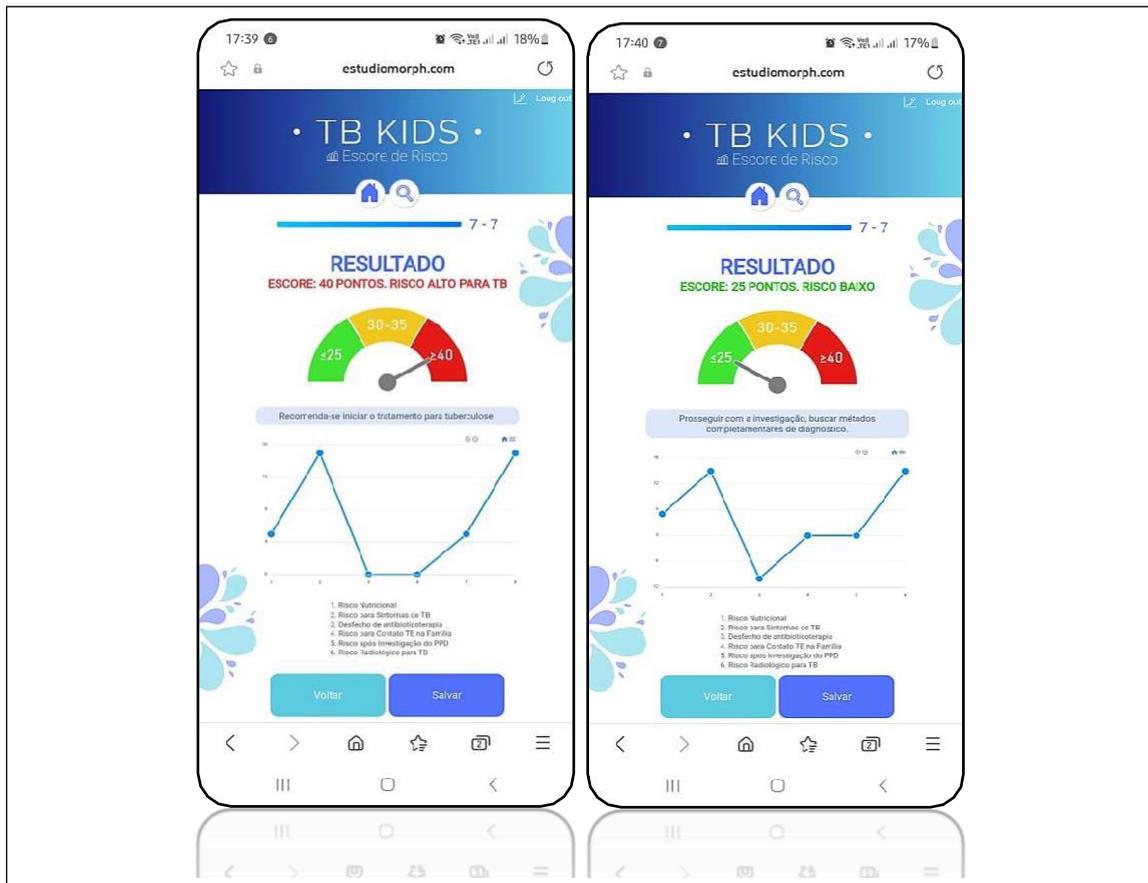
**Figura 31-**Tela de análise das radiografias de tórax por IA para detecção da tuberculose



Fonte: Imagem do App TB Kids, 2023

A figura 32 mostra a tela de resultado do score, nesta tela será gerado de acordo com a pontuação o grau de risco que a criança possui para a tuberculose pulmonar, cada pontuação será apresentada um gráfico demonstrando a classificação de risco dessa criança e especificando cada pontuação de acordo com o seu score. A interpretação seguirá o manual do MS: pontuação acima ou igual  $\geq$  a 40 pontos: diagnóstico muito provável (iniciar tratamento); 30 a 35 pontos: diagnóstico possível (iniciar tratamento a critério médico);  $\leq$  a 25 pontos: diagnóstico pouco provável (investigar e utilizar outros métodos).

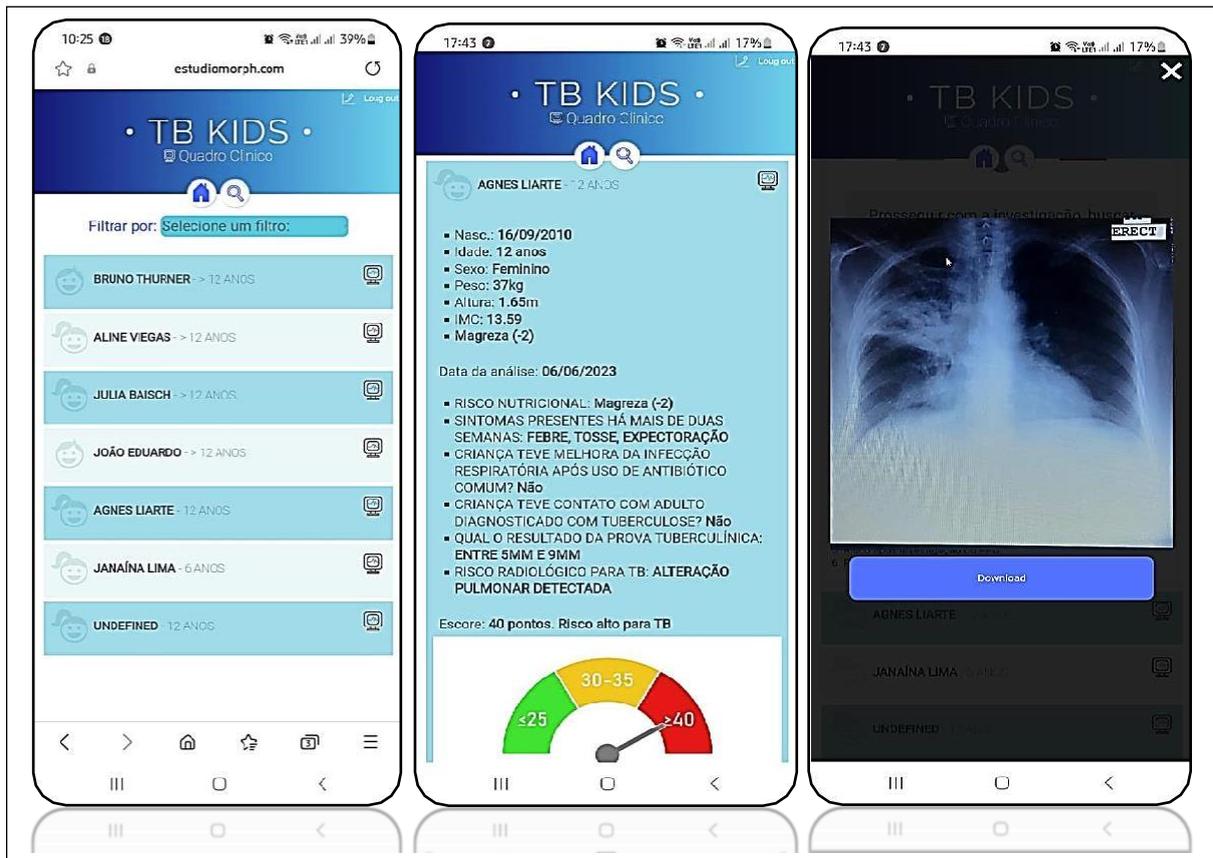
**Figura 32-**Tela de resultado do escore apresentando o grau de risco com os gráficos gerados de acordo com o grau traçado para TB.



Fonte: Imagem do App TB Kids, 2023.

A figura 33 mostra a tela do quadro clínico de cada criança a qual tem como funcionalidade armazenar dados, informações do paciente, avaliação do escore de risco, classificação e desempenho de cada item investigado, armazenamento das imagens e gráfico do grau de risco gerado, além do gráfico de pontuação por elemento avaliado. Através dele o profissional poderá consultar, fazer análises e monitorar cada criança atendida mais acurada.

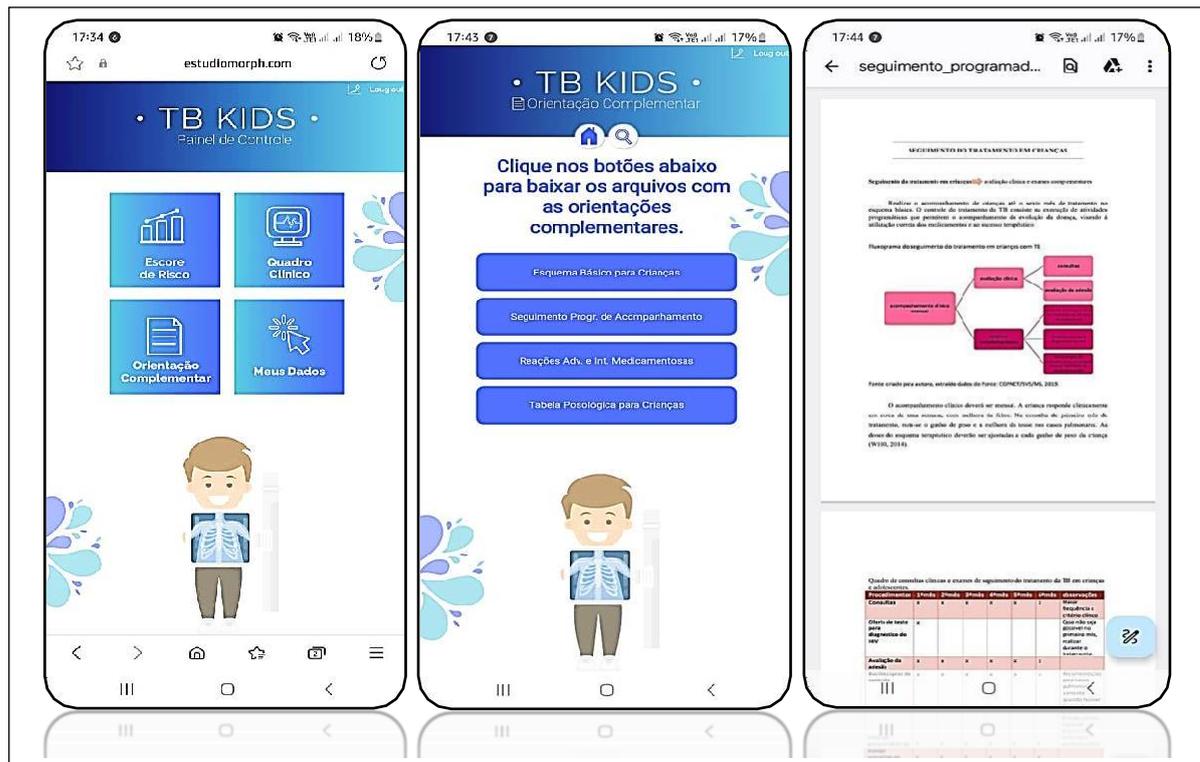
Figura 33-Tela do quadro Clínico de cada criança com armazenamento de imagens



Fonte: Imagem do App TB Kids, 2023.

Na figura 34 é possível ter como funcionalidade a opção de orientação complementar que diz respeito a orientação de possíveis condutas e tomadas de decisão do profissional. Parater acesso às informações educacionais, é necessário clicar no menu orientação complementarque abre outra tela dando o direcionamento conforme o resultado: **score alto**: iniciar o tratamento, terá disponível ao profissional o esquema básico de tratamento em crianças de acordo com o seu peso e idade (< de 10 anos de idade) é composto por três fármacos na fase intensiva (RHZ), e dois na fase de manutenção (RH), com apresentações farmacológicas individualizadas (comprimidos e/ou suspensão); **score baixo**- será orientado a outras opções de exames para investigação (lavado gástrico, PCR, lavado bronco-alveolar, BAAR, SWAB), cada exame terá vídeos orientando o profissional na sua execução. Assim como terá orientaçõespara possíveis eventos adversos que ocorrem na criança durante o tratamento. Esta funcionalidade é outro diferencial no aplicativo, com conteúdo atualizado de acordo com os manuais do MS. Além disso, foi incluído algoritmos de diagnóstico ILTB compreendendo a importância de uma avaliação integral e efetiva para a tuberculose nessa faixa etária.

Figura 34-Tela de orientação complementar



Fonte: Imagem do App TB Kids, 2023.

Após a elaboração da versão final das telas do TB Kids, foram realizados os testes de Validação das heurísticas de usabilidade por Kroni (2013), que avaliou as seguintes heurísticas:visibilidade do sistema; 2) correspondência entre o sistema e o mundo real; 3) controle e liberdade do usuário; 4) consistência e padronização; 5) reconhecimento em vez de memorização; 6) flexibilidade e eficiência de uso; 7) projeto estético e minimalista; 8) prevenção de erros; 9) ajudar os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros; 10) ajuda e documentação; 11) Pouca Interação homem/dispositivo; 12) Interação Física e Ergonomia e 13) Legibilidade e Layout (KRONE, 2013).

**Quadro 8** - Resultado do teste de usabilidade referente a erros identificados, heurísticas violadas, grau de severidade, descrição e correção do TB Kids

Erro/tela	Heurística violada/ Grau de severidade	Descrição	Correção
Erro ao gerar valores de resultados da Tela 7 do Escore de	Correspondência entre o sistema e o mundo real/ Problema Cosmético	O aplicativo possuía um erro cosmético, adicionava mais	Após a correção do bug o aplicativo mostra agora apenas a quantidade correta de pílulas a serem

risco e conduta a ser tomada.		pílulas do que o necessário para o paciente.	tomadas.
Máscara de data de nascimento ausente/ Tela de cadastro	Prevenção de erros/Problema Pequeno.	O aplicativo não possuía máscaras nos campos de CPF quando o usuário inseria a informação.	Adicionada máscara de data de nascimento nos campos de inserção de informação, máscara automática para melhor visualização do valor inserido.
Ausência de Botões de avançar e voltar nas telas de escore de risco	Prevenção de erros/Problema pequeno	Não possuía botões inseridos em cada etapa, somente nas etapas finais.	Adicionada botões de avançar e voltar sinalizados e centralizados em cada tela do escore de risco, tela de orientações.
Erro ao gerar resultado na tela de cálculo de IMC	Correspondência entre o sistema e o mundo real/ Problema Cosmético	Não havia sido inserido o cálculo de IMC com base no gráfico de percentil	Ajustado conforme o cálculo de percentil atualizado e testado.
Ausência de etapas sinalizadas nas telas de escore de risco.	Correspondência entre o sistema e o mundo real/ Problema Cosmético	Não havia sido inserido a sinalização de etapas a percorrer na avaliação da tela de escore de risco.	Foram identificadas em cada tela a sinalização das etapas por número e barra, no total são 7 etapas a percorrer, onde o usuário irá visualizar as etapas em que já avançou.
Botões nas telas de avaliação de PPD marcados	Prevenção de erros/Problema pequeno	A tela de avaliação de PPD estavam pré-selecionados, ambas ao serem inseridos na tela se encontravam preenchidos, tendo que o profissional remover a marcação.	Removido os campos pré-demarcados, ajustado os campos em branco para o preenchimento do profissional.

A avaliação foi realizada pela própria equipe de desenvolvimento e equipe de enfermeiros e coordenadores da secretaria de saúde. Os avaliadores receberam o *checklist* composto por 48 perguntas, a fim de inspecionar o sistema e identificar possíveis erros. Assim, cada erro foi registrado e informado o local onde o erro ocorreu e, também, foi utilizada a classificação por grau de severidade, que ainda, foi dividido em: 1) Problema Cosmético; 2) Problema Pequeno; 3) Problema Grande; 4) Problema Catastrófico (NIELSEN, 1994). Os testes foram realizados em celulares modelos smartphone samsung A52, moto G7, Xiaomi Redmi Note 8 Pro e Xiaomi Redmi 9, iPhone 11 e iPhone 14. Após a avaliação individual, os avaliadores se reuniram e identificaram os erros encontrados que foram listados

