

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TBI Score - Aplicativo mobile para o cálculo de escore no auxílio ao diagnóstico da tuberculose em crianças

Aluno: Danilo Maglio Sampaio

Orientador: Prof. Domingos Alves

Coorientador: Me. Filipe Andrade Bernardi

Ribeirão Preto – SP

2020

Danilo Maglio Sampaio

TBI Score - Aplicativo mobile para o cálculo de escore no auxílio ao diagnóstico da tuberculose em crianças

Monografia de Conclusão de Curso apresentada à
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Faculdade
de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo.

Área de Concentração: Saúde - Informática Biomédica

Orientador: Prof. Dr. Domingos Alves

Coorientador: Me. Filipe Andrade Bernardi

Ribeirão Preto

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Sampaio, Danilo Maglio

TBI Score - Aplicativo mobile para o cálculo de escore no auxílio ao diagnóstico da tuberculose em crianças / Danilo Maglio Sampaio; orientador Domingos Alves. – Ribeirão Preto, 2020.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras e Faculdade de Medicina de Ribeirão - Universidade de São Paulo, 2020.

Palavras-chave: 1. Auxílio ao diagnóstico da tuberculose em crianças; 2. Aplicativo mobile para cálculo de escore; 3. TBI Score.

Aprovado em: 18/12/2020

BANCA EXAMINADORA

Dr. Newton Shydeo Brandão Miyoshi.
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Domingos Alves - Orientador
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo

Me. Filipe Andrade Bernardi
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo

DEDICATÓRIA

À minha mãe Ivete e meu pai João, que sempre batalharam para proporcionar um futuro feliz para seus filhos, me deram todo suporte, coragem, educação, moldaram meu caráter e sempre serão a minha maior fonte de inspiração. À minha avó Inês que faleceu este ano, e um dos seus maiores sonhos era ver os netos formados. Meu eterno amor e gratidão.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Domingos Alves por ter confiado a mim o desenvolvimento deste projeto, pela disponibilidade, ensinamentos e críticas construtivas tanto durante a construção deste quanto no meu processo de formação.

Ao meu coorientador Filipe Andrade Bernardi pelos ensinamentos, por todo apoio e contribuição durante o desenvolvimento deste projeto e pela amizade durante os tempos de graduação.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me guiado durante essa jornada.

À Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, por incentivarem o desenvolvimento científico, fundamental para a realização deste trabalho.

À minha companheira de vida Sathya, que dedica todo seu amor diariamente, responsável por me apoiar em todas as ideias malucas que tenho.

Ao meu irmão mais velho Diego, cujo me espelho profissionalmente.

Aos grandes amigos que fiz durante meu processo de formação, os quais levarei para toda a vida.

“Trabalhe duro. Divirta-se. Faça história.”

Jeff Bezos

RESUMO

Sampaio, DM. TBI Score - Aplicativo mobile para o cálculo de escore no auxílio ao diagnóstico da tuberculose em crianças. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras e Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

A tuberculose é uma doença infectocontagiosa bacteriana que afeta principalmente os pulmões e permanece como um dos maiores problemas mundiais de saúde pública. A tecnologia disponível atualmente pode curar a quase totalidade dos casos. Considerando as particularidades do diagnóstico de TB na criança, o Ministério da saúde desenvolveu um sistema de pontuação ou escore para auxiliar o diagnóstico de tuberculose pulmonar em crianças e em adolescentes que abrange aspectos de dados clínicos, radiológicos e epidemiológicos. Este trabalho tem como objetivo geral, o desenvolvimento e disponibilização de um aplicativo móvel baseado em escore descrito de acordo com o Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil de 2019. O aplicativo foi organizado de forma a tornar o fluxo do questionário linear, porém, mantendo a conformidade com a estrutura apresentada no manual. Por fim, este estudo alcançou adequadamente seu principal objetivo, onde foi desenvolvido um aplicativo versátil, gratuito e que esteja disponível para uma variedade de dispositivos por meio das mais populares plataformas de serviço de distribuição digital de aplicativos.

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS.

FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
TB	Tuberculose
TBI	Tuberculose Infantil
OMS	Organização Mundial da Saúde
RG	Regra
RF	Requisito Funcional
RNF	Requisito Não Funcional
UX	Experiência do Usuário
TRM-TB	Teste Rápido Molecular para Tuberculose

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tabela cálculo escore. Fonte: (BRASIL,2019)	21
Figura 2: Instruções de interpretação do escore. Fonte: (BRASIL,2019)	22
Figura 3: Etapas de Prototipação de forma iterativa	25
Figura 4: Descrição dos elementos utilizados no Diagrama de Caso de Uso	26
Figura 5: Gráfico da popularidade do Laravel de 2011 a 2020, segundo o Google Trends	29
Figura 6: Tela inicial da prototipação	33
Figura 7: Tela de questão da prototipação	34
Figura 8: Tela de escore da prototipação	35
Figura 9: Diagrama de Caso de Uso - TBI Score	39
Figura 10: Diagrama Entidade Relacionamento - TBI Score	42
Figura 11: Tela inicial e Tela de Dados do Paciente - TBI Score	43
Figura 12: Telas das etapas 2 e 3 - TBI Score	44
Figura 13: Telas das etapas 4 e 5 - TBI Score	45
Figura 14: Telas das etapas 6 e 7 - TBI Score	46
Figura 15: Tela de apresentação do escore - TBI Score	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Regras	23
Tabela 2: Atores	24
Tabela 3: Requisito funcional - RF001	36
Tabela 4: Requisito funcional - RF002	36
Tabela 5: Requisito funcional - RF003	36
Tabela 6: Requisito funcional - RF004	36
Tabela 7: Requisito funcional - RF005	36
Tabela 8: Requisito funcional - RF006	37
Tabela 9: Requisito funcional - RF007	37
Tabela 10: Requisito funcional - RF008	37
Tabela 11: Requisito funcional - RF009	37
Tabela 12: Requisito funcional - RF010	37
Tabela 13: Requisito funcional - RF011	38
Tabela 14: Requisito funcional - RF012	38
Tabela 15: Requisito funcional - RF013	38
Tabela 16: Requisito funcional - RF014	38
Tabela 17: Requisito não funcional - RNF001	39
Tabela 18: Requisito não funcional - RNF002	39

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
OBJETIVO	18
MATERIAIS E MÉTODOS	19
DESENHO DO ESTUDO	19
Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil	19
ANÁLISE DE REQUISITOS	22
Regras	23
ATORES	24
PROTOTIPAÇÃO	25
DIAGRAMAS UML	26
Diagrama de Caso de Uso	26
Diagrama de Atividades	27
BANCO DE DADOS RELACIONAL	27
MariaDB	27
REACT NATIVE	28
LARAVEL	28
APIs	29
UX	29
CONTROLE DE VERSÃO	30
Git	30
FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
PROTÓTIPO	33
Tela Inicial	33
Tela de Questão	34
Tela de Escore	35

REQUISITOS FUNCIONAIS	36
REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS	39
DIAGRAMA DE CASO DE USO	39
DIAGRAMA DE ATIVIDADES	40
BANCO DE DADOS	41
APLICATIVO	43
CONCLUSÃO	49
TRABALHOS FUTUROS	49
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE A - Diagrama de Atividades Parte I	53
APÊNDICE B - Diagrama de Atividades Parte II	54
APÊNDICE C - Diagrama de Atividades Parte III	55
APÊNDICE D - Diagrama de Atividades Parte IV	56
APÊNDICE E - Diagrama de Atividades Parte V	57
APÊNDICE F - Diagrama de Atividades Parte Final	58

INTRODUÇÃO

A Tuberculose (TB) é uma doença infectocontagiosa bacteriana que afeta principalmente os pulmões e permanece como um dos maiores problemas mundiais de saúde pública (SÁ et al., 2011). Em 2016, estima-se que ocorreram no mundo cerca de 10,4 milhões de novos casos e 1,3 milhão de óbitos por TB. No Brasil, o impacto vem ocorrendo desde os finais do século XIX e início do XX, quando metade dos indivíduos acometidos pela doença vinham a óbito. Sua causalidade só pôde ser firmada com a descoberta de Koch, em 1882, do *Mycobacterium tuberculosis*. Porém, o advento do tratamento eficaz – a quimioterapia – teve que esperar por mais meio século.

Há muito se sabe das relações da TB associada às más condições de vida e com a pobreza. Vários países conseguiram seu controle, ainda antes da quimioterapia, apenas com a melhoria dos padrões de vida dos acometidos. A tecnologia disponível atualmente pode curar a quase totalidade dos casos. Mesmo assim, o Brasil continua com alta incidência, cerca de 95.000 casos novos por ano (WHO, 2019), e mortalidade anual de aproximadamente 7.000 óbitos.

Por se tratar de um agravo de notificação compulsória (BRASIL, 2016), ou seja, obrigatoriamente cada caso diagnosticado deve ser informado às entidades governamentais. Essa notificação é feita através do preenchimento de instrumentos específicos e/ou pelo uso de sistemas informatizados. Devido à complexidade, abrangência e características particulares do Sistema Único de Saúde – SUS, a gestão de dados, de conhecimentos e de serviços de saúde deve ser cuidadosamente executada, de modo que um atendimento de qualidade possa ser oferecido em todos os níveis de atenção.

Assim, dados de saúde frequentemente são encontrados dispersos através de sistemas independentes e fragmentados em silos de dados fechados. Além disso, os softwares disponíveis são primitivos, inconsistentes e estáticos (LOPES; OLIVEIRA, 2011). Tais fatores podem ocasionar problemas de qualidade das informações, tornando difícil a coordenação e avaliação das mesmas, tendo em vista que, apesar do intenso volume, as informações permanecem descentralizadas sem que seja possível auxiliar o processo de tomada de decisão (BRASIL, 2010).

Neste sentido, alguns pesquisadores apontam a necessidade de novos métodos e ferramentas que auxiliem no diagnóstico, além de melhorias nas estratégias de busca de comunicantes (CANO et al., 2017). Contudo, apesar de diversos avanços estarem descritos também no âmbito da tuberculose infantil na literatura, como o aperfeiçoamento de modelos epidemiológicos infantis, a padronização de regimes de tratamentos e a adoção de métodos de diagnóstico mais rápidos, ferramentas de auxílio à tomada de decisão permanecem pouco acessíveis.

Grande parte desses progressos estão concentrados em países ricos, e consequentemente, países com alta carga de tuberculose ainda carecem de acesso a esses recursos, principalmente devido aos custos elevados e falta de infraestrutura (STARKE; STAKER, 2017). A TB na criança apresenta especificidades que devem ser consideradas durante sua investigação diagnóstica. A forma pulmonar difere do adulto, pois costuma ser negativa ao exame bacteriológico, pelo reduzido número de bacilos nas lesões. Além disso, crianças, em geral, não são capazes de eliminar secreções por meio da tosse, ou seja, são incapazes de expectorar (BRASIL, 2019)

Apesar de ter sido aprovado, em 2015, o Plano Global de Eliminação da TB na Assembleia Mundial da Saúde, atualmente é consenso que será difícil cumprir as metas estabelecidas para 2035 (WHO, 2015). Entre os principais fatores que influenciam negativamente o cumprimento das metas, além de escassas ações intersetoriais em andamento, pode-se destacar a baixa qualidade e disponibilidade de ferramentas tecnológicas de apoio a decisão validadas que contribuam com ações do cuidado do paciente de tuberculose e familiares e que auxilie profissionais do serviço (LIMA et al., 2017).

Na área de assistência à saúde, são imprescindíveis ferramentas de apoio à decisão para orientar a prática de cuidados em saúde e sustentar as decisões de gestores que irão influenciar diretamente na qualidade do atendimento prestado ao paciente de TB (CALLAWAY, 2017). Neste cenário, em nível Global, tornou-se consenso, a urgente necessidade de se desenvolver um sistema computacional de informação único que permita o registro, acompanhamento e avaliação dos pacientes com agravos a saúde, como TB e seus contatos, armazenando desde as informações mais básicas até os dados de triagem, diagnóstico e tratamento e hospitalização ou seja, informatizando serviço prestado à comunidade, facilitando a coleta de dados, melhorando a análise de dados, visualização e gerenciamento (ABHISHEK; SINGH, 2016; LIMA et al., 2017). Nesse sentido, essas ferramentas podem fornecer inteligência em saúde

para apoiar a tomada de decisão e ações baseadas em evidências em saúde pública, orientar a alocação e gerenciamento de recursos e auxiliar na operacionalização dos diferentes níveis de uma Rede de Atenção (YOSHIURA et al, 2018).

Em 2003, a OMS fez recomendações sobre a triagem para TB pulmonar em adultos e crianças com 10 anos ou mais e indivíduos, mas não para TB resistente e outras formas extrapulmonares. No contexto da tuberculose já existem diversas regras clínicas em uso (WHO, 2003). Em crianças, diversos modelos diagnósticos têm sido utilizados, com maior ou menor validação interna ou externa. Em adultos, no caso do HIV e TB, foi incorporada pela OMS uma estratégia de modelo aditivo para o rastreio de TB em sujeitos infectados por HIV, com o intuito de rastrear paciente de baixo risco para TB ativa que possibilite o início de quimioprofilaxia ou continuidade de investigação (CAIN; NELSON; CEGIELSKI, 2010).

Outra preocupação é a relativa ausência de diagnósticos não baseados em escarro no pipeline para crianças e de testes de biomarcadores para triagem, cura e progressão latente de TB. Atualmente, há consenso entre os autores de que a infecção por TB deve ser considerada como um amplo espectro de estado de infecção, variando de acordo com o grau de replicação do patógeno, resistência do hospedeiro e inflamação (PAI; NICOL; BOEHME, 2017). Crianças menores de dez anos devem ser investigadas com prova tuberculínica e radiografia de tórax. (BRASIL, 2019).

Embora a avaliação de contatos seja prioritariamente recomendada para crianças de menos de 5 anos de idade e pessoas com HIV pela OMS (2019) devido ao elevado risco de adoecimento, o Ministério da Saúde do Brasil reconhece o risco em todas as faixas etárias e se alinha com a declaração política da reunião de alto nível da ONU que propõe, até 2022, oferecer testes de prova tuberculínica para 24 milhões de contatos a maioria – (20 milhões de mais de 5 anos de idade) e 6 milhões de pessoas com HIV (MARAIS et al., 2006). Entre as limitações da prova tuberculínica está a baixa capacidade de distinguir entre TB ativa e TB latente e o baixo valor preditivo para o desenvolvimento de TB. Além disso não são indicados para o diagnóstico de TB latente em crianças de até 2 anos de idade, devido à falta de dados na literatura e a pouca confiabilidade do método em crianças pequenas (BRASIL, 2019)

O diagnóstico da TB pulmonar na infância é, portanto, baseado em uma combinação de critérios clínicos, epidemiológicos, associados a teste imunológico não específico de infecção tuberculosa e à radiografia de tórax. Não existe padrão ouro para seu diagnóstico, nem um

algoritmo diagnóstico universal (LIGHTER; RIGAUD, 2009; WHO, 2013). Considerando as particularidades do diagnóstico de TB na criança, o Ministério da saúde desenvolveu um sistema de pontuação ou escore para auxiliar o diagnóstico de tuberculose pulmonar em crianças e em adolescentes que abrange aspectos de dados clínicos, radiológicos e epidemiológicos e não envolve a confirmação bacteriológica, sabidamente difícil na infância (BRASIL, 2019).

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo geral, o desenvolvimento e disponibilização de um aplicativo móvel baseado em escore para auxiliar no diagnóstico de tuberculose pulmonar em crianças e em adolescentes descrito no Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil de 2019.

MATERIAIS E MÉTODOS

DESENHO DO ESTUDO

Para o presente estudo de natureza qualitativa, adotamos a metodologia de pesquisa-ação. De caráter dinâmico e flexível, esse tipo de abordagem caracteriza-se pelo envolvimento e identificação do pesquisador com a situação investigada. Nesse sentido, a busca pela integração do conhecimento e a ação favorecem a mudança em busca do benefício do alvo estudado. Além disso, é uma metodologia adequada porque pode ser usada para lidar com questões rápidas ou como um procedimento inteligente para o pensamento crítico dinâmico através da motivação do procedimento principal, isto é, para abordar uma questão específica e criar regras para a melhor prática (GREENWOOD; LEVIN, 2007). Esta estratégia é apropriada, pois o projeto possui uma componente prática, além do desenvolvimento teórico que embasa a pesquisa.

Para garantir que as melhores práticas estejam em uso, os sistemas foram desenvolvidos com base em padrões de design de software. Na engenharia de software, os padrões de design são uma solução reutilizável para problemas comuns de desenvolvimento. A racionalidade para seguir padrões é criar códigos com menos complexidade, utilizar soluções já testadas e, por consequência, mais compreensíveis e fáceis de manter e reutilizar. Dentro desse tipo de pesquisa, optou-se pela abordagem sociotécnica que permite aplicar a engenharia de software sem fragmentação entre características técnicas e não técnicas, como a consideração de aspectos humanos, organizacionais, éticos, políticos e sociais. A tecnologia e as pessoas em um sistema de trabalho são interdependentes e, portanto, a tecnologia afeta o comportamento das pessoas e o comportamento das pessoas afeta o funcionamento da tecnologia.

Vale destacar que, durante o desenvolvimento da aplicação móvel pretendida, foi adotado o modelo de *software* livre, o que reduz *royalties* diante da necessidade de pagamento de licenças de *software*, levando a uma maior sustentabilidade do processo de inclusão digital e incentivo às organizações envolvidas.

Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil

O "Manual de Recomendação" propõe diretrizes nacionais para o controle da Tuberculose, incluindo procedimentos clínicos padronizados, procedimentos laboratoriais, sistemas de vigilância, medidas de biossegurança e agências de serviço. Embora contenha

recomendações clínicas sobre a padronização de ações para busca de casos e tratamento, o manual é voltado para ações de saúde pública e não tem a intenção de ser uma diretriz clínica para a doença. Portanto, não pode substituir livros, livros didáticos e publicações acadêmicas, que identificam as boas práticas clínicas em relação aos sintomas respiratórios e aos pacientes com tuberculose em todos os aspectos (BRASIL, 2019).

A TB em crianças com menos de 10 anos de idade apresenta pontos específicos que devem ser levados em conta no momento da investigação diagnóstica, como por exemplo a forma pulmonar que se difere do adulto, os sintomas que podem ser confundidos com infecções próprias da infância. Geralmente, a frequência dos sintomas é baixa, porém, quanto persistentes se tornam de grande valor no diagnóstico da TB em crianças. Em adolescentes (10 anos de idade ou mais) os sintomas se assemelham aos de adultos. O Ministério da Saúde recomenda o diagnóstico da TB baseado no sistema de escore em crianças e adolescentes negativados à baciloscopia ou TRM-TB não detectado (BRASIL, 2019).

O escore é composto por questões divididas em quatro grupos: Quadro Clínico-Radiológico, Contato de Adulto com Tuberculose, Prova Tuberculínica e Estado Nutricional. Cada “resposta” possui uma pontuação pré-estabelecida no manual conforme Figura 1. Ao final, após a soma de pontos feita e tem-se o escore que deve ser interpretado com base em intervalos também pré-estabelecidos no manual conforme Figura 2. Ambas as figuras foram retiradas do Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil páginas 77 e 78.

QUADRO CLÍNICO-RADIOLÓGICO		CONTATO DE ADULTO COM TUBERCULOSE	PROVA TUBERCULÍNICA	ESTADO NUTRICIONAL
Febre ou sintomas como tosse, adinamia, expectoração, emagrecimento, sudorese por 2 semanas ou mais	Adenomegalia hilar ou padrão miliar e/ou Condensação ou infiltrado (com ou sem escavação) inalterado por 2 semanas ou mais e/ou Condensação ou infiltrado (com ou sem escavação) por 2 semanas ou mais, evoluindo com piora ou sem melhora com antibióticos para germes comuns	Próximo, nos últimos 2 anos	PT entre 5-9mm 5 pontos	Desnutrição grave (peso < percentil 10)
			PT ≥10mm	
15 pontos	15 pontos	10 pontos	10 pontos	5 pontos
Assintomático ou com sintomas há menos de 2 semanas 0 ponto	Condensação ou infiltrado de qualquer tipo por menos de 2 semanas 5 pontos	Ocasional ou negativo	PT < 5 mm	Peso ≥ percentil 10
Infecção respiratória com melhora após uso de antibióticos para germes comuns ou sem antibióticos - 10 pontos	Radiografia normal - 5 pontos			
		0 ponto	0 ponto	0 ponto

Figura 1: Tabela cálculo escore. Fonte: (BRASIL,2019)

conclusão

INTERPRETAÇÃO

≥ 40 pontos (diagnóstico muito provável) → recomenda-se iniciar o tratamento da tuberculose.

30 a 35 pontos (diagnóstico possível) → indicativo de tuberculose; orienta-se iniciar o tratamento a critério médico.

< 25 pontos (diagnóstico pouco provável) → deve-se prosseguir com a investigação na criança. Deverá ser feito diagnóstico diferencial com outras doenças pulmonares e podem ser empregados métodos complementares de diagnóstico, como baciloscopias e cultura de escarro induzido ou de lavado gástrico, broncoscopia, histopatológico de punções e outros exames de métodos rápidos.

Fonte: Adaptado de Sant' Anna CC et al., 2006.

Observações:

1. Na impossibilidade de realizar a prova tuberculínica, recomenda-se empregar o sistema de pontuação e, caso este não permita o diagnóstico da tuberculose pulmonar, o caso deve ser individualizado e, se oportuno, enviado a serviço de referência.
2. Crianças com suspeita de tuberculose, muitas vezes, após reavaliações, repetição dos exames e terapêuticas empíricas para germes comuns ou quadros alérgicos, se investigados por pediatras ou médicos treinados em unidades de referência, podem ter tal diagnóstico afastado (ROSSONI, 2015).

Figura 2: Instruções de interpretação do escore. Fonte: (BRASIL, 2019)

ANÁLISE DE REQUISITOS

Essa etapa é responsável por descrever detalhadamente os aspectos de um software e as restrições que governarão o seu desenvolvimento (PRESSMAN, 2016). Contém informações sobre as funcionalidades do sistema e pode possuir descrições conhecidas como casos de uso, os quais representam a interação, sob circunstâncias específicas, dos usuários com a aplicação.

Após discussões e observações das necessidades, foi feita uma análise e levantamento de requisitos do sistema. Os requisitos a serem atendidos pelo aplicativo foram divididos em requisitos funcionais e requisitos não funcionais. Os requisitos não funcionais estão relacionados ao uso da aplicação em termos de desempenho, usabilidade, confiabilidade, disponibilidade, segurança e tecnologias envolvidas. Um requisito funcional descreve uma funcionalidade oferecida ou realizada pelo sistema.

Por mais que o levantamento de requisitos determine um conjunto de informações que deverão estar dispostas na interface, é durante a interação real do usuário com o sistema que os detalhes realmente foram percebidos. O tempo gasto, portanto, na prototipação é inversamente proporcional ao tempo necessário para a programação (PRESSMAN,2011).

Esse tipo de documento é responsável por descrever de forma minuciosa os elementos de um *software*, bem como as limitações que irão orientar seu desenvolvimento (PRESSMAN, 2016). Possui informações sobre as funcionalidades do sistema, apresentadas na forma de casos de uso.

Regras

Para o melhor funcionamento do aplicativo, as seguintes regras foram definidas.

RG001	Um novo Questionário de Saúde deve ser iniciado se, e somente se, o usuário acionar o botão que executa a ação correspondente.
RG002	Na etapa de coleta dos Dados do Paciente devem ser coletados apenas os dados: Data de Nascimento, Sexo, Altura e Peso.
RG003	Na tela de coleta dos Dados do Paciente só deve ser possível avançar de etapa apenas no caso de todos os dados serem informados e a data de nascimento tenha formato válido e não seja uma data futura.
RG004	Na tela que questiona a respeito do quadro clínico do paciente, caso a resposta seja afirmativa, o avanço de etapa ocorre se, e somente se, pelo menos um dos sintomas for selecionado.
RG005	Na tela que questiona a respeito do quadro radiológico do paciente, caso a resposta seja afirmativa, por ser possível selecionar mais de uma opção referente ao resultado da radiografia, em uma tentativa do usuário selecionar uma opção que contradiz outra já selecionada, a seleção anterior deve ser desfeita, mantendo apenas a mais recente. Para avançar, pelo menos um dos resultados deve ser selecionado.
RG006	Na tela de apresentação do score, o questionário deve ser encerrado e a tela inicial apresentada novamente se, e somente se, o usuário acionar o botão que executa a ação correspondente.

Tabela 1: Regras

ATORES

Um Ator é um conceito que representa um meio externo que interage ou que desempenha algum papel perante o sistema ou aplicação. Tais meios externos podem ser usuários, hardwares e softwares, desde que estes gerem informações para o sistema ou que dependam de informações geradas pelo mesmo.

A definição dos Atores é o ponto de partida dos estudos que são essenciais na idealização de uma solução em software e para o desenvolvimento do aplicativo aqui apresentado, foram identificados os seguintes:

Agente de Saúde	Usuário que acessa o aplicativo	Tem acesso ao aplicativo mobile e é responsável por fazer as perguntas ao responsável pelo paciente e inserir as respostas na aplicação.
Responsável pelo Paciente	Responsável legal pela criança que será avaliada, que responderá as perguntas ao Agente de Saúde	Não tem acesso ao aplicativo, fica responsável por responder as perguntas do Agente de Saúde.
Aplicação	Aplicativo mobile do TBI Score	Responsável por apresentar todo o questionário de saúde, receber informações, realizar os cálculos necessários para gerar o escore e apresentar os resultados.
API Percentil	Interface de Programação de Aplicativos responsável por calcular o Percentil com base nos dados do paciente	Recebe os parâmetros peso, sexo e idade e retorna o estado nutricional, contendo o percentil.
API Armazenamento	Interface de Programação de Aplicativos responsável por receber as informações coletadas e geradas pela Aplicação e armazenar em um Banco de Dados Relacional	Recebe todas as respostas e informações geradas pelo aplicativo e armazena em um banco de dados.

Tabela 2: Atores

PROTOTIPAÇÃO

A prototipação é a construção de um modelo representativo da aplicação a ser desenvolvida, é uma maneira de identificar funcionalidades e fluxo que um usuário pode seguir. Uma iteração de prototipação foi planejada rapidamente e dessa forma ocorreu a modelagem na forma de um projeto rápido. O projeto rápido foca na representação dos aspectos do software que são visíveis aos usuários como layout da interface e os formatos de exibição. Esse projeto rápido levou à construção das telas a seguir. As alterações ocorrem conforme os ajustes do protótipo atendem às necessidades dos usuários. A Figura 3 demonstra essas etapas:

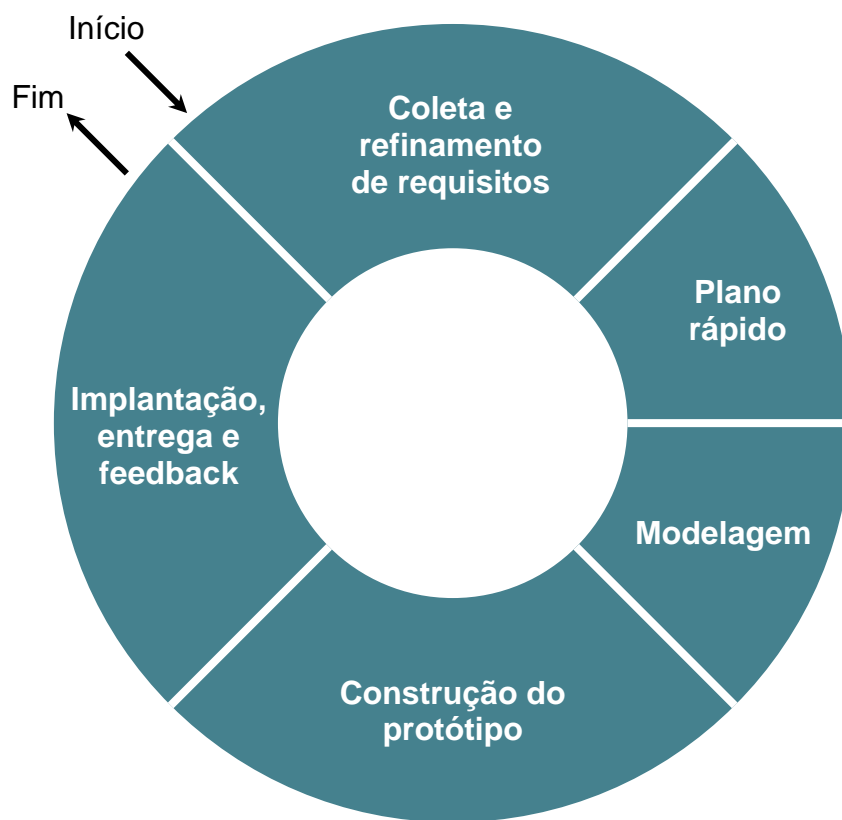


Figura 3: Etapas de Prototipação de forma iterativa

DIAGRAMAS UML

O *Unified Modelling Language* UML (UML,2020) é uma linguagem de modelagem visual padrão que se aplica à modelagem de negócios e processos, bem como à análise, projeto e implementação de sistemas de software. O UML não deve ser confundido com um processo de desenvolvimento de software, pois é intencionalmente independente do processo e pode ser aplicado em diferentes contextos. Propõe-se a ser uma linguagem comum para analistas de negócios, arquitetos de software e desenvolvedores de maneira que estes tenham os meios necessários para descrever, especificar, projetar e documentar processos, estruturas e comportamentos.

Diagrama de Caso de Uso

O Diagrama de Caso de Uso, também referido como Diagrama de Comportamento, é utilizado para descrever um conjunto de ações que devem ou podem ser executadas individualmente por um Ator ou por um conjunto de Atores.

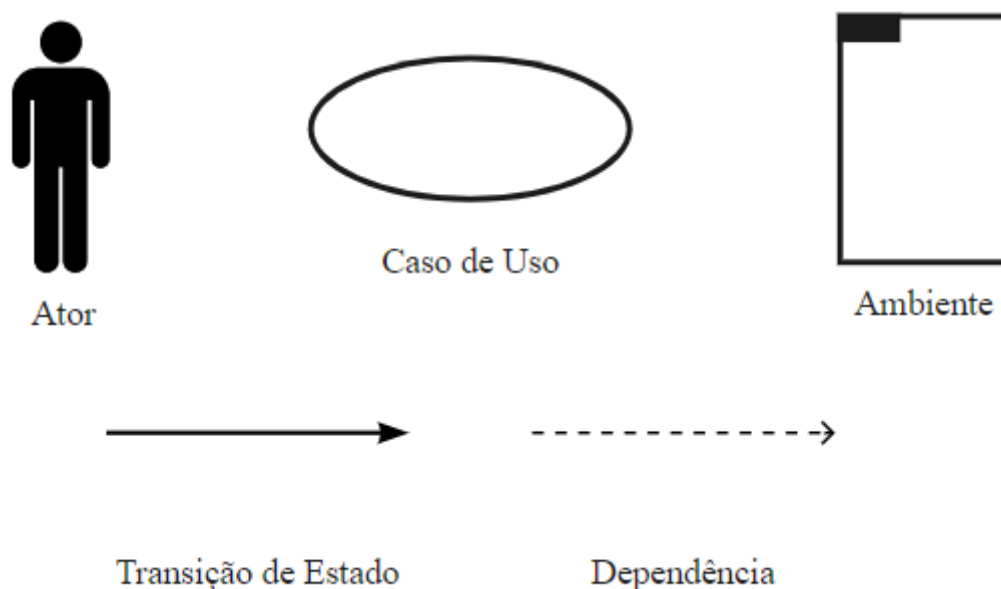


Figura 4: Descrição dos elementos utilizados no Diagrama de Caso de Uso

Diagrama de Atividades

O Diagrama de Atividade é um diagrama UML de comportamento que descreve o fluxo de controle com ênfase na sequência e condições em que as ações iniciam e são encerradas. O fluxo de execução é modelado por atividades representadas por nós, que se conectam uns com os outros através de setas que indicam a direção do fluxo. Um nó de atividade pode ser a execução de um comportamento subordinado, como um cálculo aritmético, a chamada a uma operação externa ou a manipulação do conteúdo de um objeto, por exemplo. A maneira como os nós de atividades são conectados podem representar sincronização, decisão, simultaneidade e assincronicidade.

BANCO DE DADOS RELACIONAL

Define-se como modelo de dados uma notação utilizada para descrever dados ou informações. O Modelo Relacional, principal modelo de dados para sistemas de banco de dados que propõe a representação dos dados através de tabelas bidimensionais chamadas de “Relação”. As colunas de uma relação são chamadas de Atributos e são usualmente usadas para descrever o significado dos dados que a compõem. O nome do conjunto de uma Relação com seus Atributos é chamado de Esquema. No Modelo Relacional, um banco de dados consiste em uma ou mais Relações. O conjunto de Esquemas para as Relações de um banco de dados é chamado de Schema de Banco de Dados. A partir da utilização de um Banco de Dados Relacional, é possível armazenar os dados coletados em uma aplicação de maneira estruturada, indexada e acessível.

MariaDB

Faz-se necessária a utilização de um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), uma ferramenta para criar, armazenar de forma persistente e gerenciar de forma eficiente grandes quantidades de dados. Mais especificamente, espera-se de um SGBD os seguintes pontos:

- Possibilidade de criação de novos bancos de dados, especificação de esquemas ou estruturas lógicas dos dados, através de uma linguagem especializada de definição de dados;
- Realização de consultas aos dados e possibilidade de modificação dos dados por parte dos usuários, usando linguagem apropriada de manipulação de dados;

- Possibilidade de recuperação do banco de dados diante de falhas, erros ou uso indevido intencional;
- Controle de acesso aos dados de vários usuários ao mesmo tempo, sem permitir interações inesperadas entre usuários (isolamento) e sem que ações nos dados sejam realizadas parcialmente (atomicidade).

O MariaDB foi escolhido como o SGBD para o desenvolvimento do TBI Score e é uma ramificação gratuita do MySQL desenvolvida como *software open source*.

REACT NATIVE

O JavaScript, frequentemente abreviado como JS, é uma linguagem de programação estruturada, leve, interpretada e orientada a objetos. Lançada em sua versão beta no ano de 1995, consolidou-se no ambiente web e mais recentemente, graças às diversas bibliotecas e *frameworks* compondo seu ecossistema, têm alcançado espaço fora dos navegadores.

O React Native é um framework JS para desenvolvimento de aplicativos móveis nativos para iOS e Android, baseado na biblioteca React, desenvolvida pelo Facebook. Os aplicativos são escritos usando o JSX, uma mistura de JavaScript e marcação XML e em segundo plano a "ponte" do React Native invoca as APIs de renderização nativa em Objective-C para iOS ou Java para Android, resultando em um aplicativo renderizado usando componentes de interface do usuário *mobile*.

Em resumo, o uso do React Native para o desenvolvimento do TBI Score se deu pela possibilidade de um desenvolvimento móvel mais rápido, com compartilhamento de código mais eficiente no iOS, Android e na Web, sem sacrificar a experiência do usuário final ou a qualidade do aplicativo.

LARAVEL

O Laravel, utilizado para implementar o backend deste projeto, se trata de um framework PHP, com uma sintaxe expressiva e elegante de grande popularidade, que facilita tarefas comuns utilizadas na maioria dos projetos, tais como: mecanismo de roteamento simples e rápido, recipiente de injeção de dependência poderosa, vários backends para armazenamento de sessão e cache, banco de dados expressivo e intuitivo, migrações de esquemas do banco de dados, processamento robusto e transmissão de eventos em tempo real.

A popularidade do Laravel cresce exponencialmente desde seu lançamento em 2011, como podemos ver nos dados apresentados a seguir.

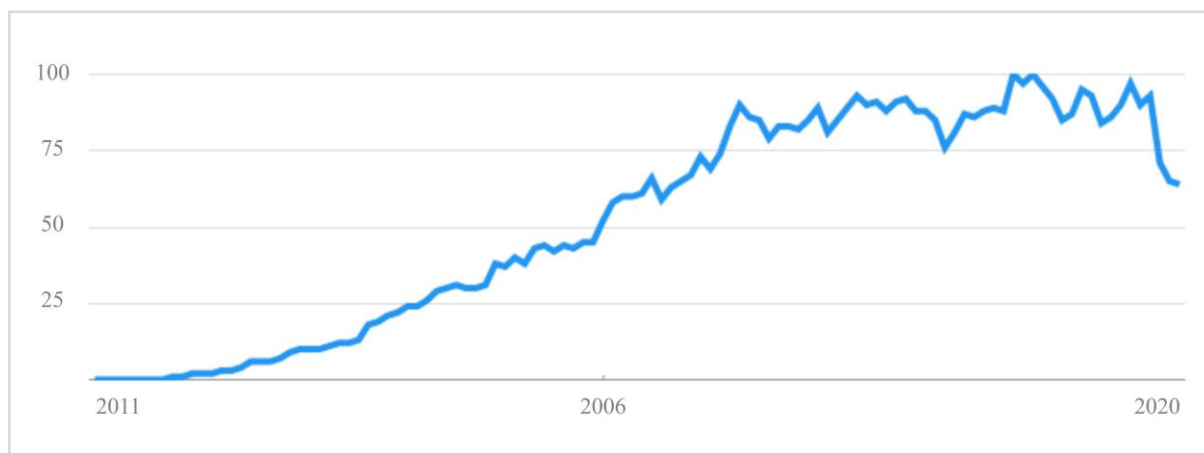


Figura 5: Gráfico da popularidade do Laravel de 2011 a 2020, segundo o Google Trends

Os números representam o interesse de pesquisa relativo ao ponto mais alto no gráfico de uma determinada região em um dado período. Um valor de 100 representa o pico de popularidade de um termo. Um valor de 50 significa que o termo teve metade da popularidade. Uma pontuação de 0 significa que não havia dados suficientes sobre o termo.

APIs

Uma das informações que é levada em consideração para o cálculo do escore é o estado nutricional do paciente, calculado em Percentil.

Para a realização desse cálculo a Interface de Programação de Aplicativos SimulConsult (API,2020) foi utilizada onde os parâmetros peso, idade e sexo são informados e a API retorna o estado nutricional completo, incluindo o Percentil.

UX

A experiência do usuário é considerada como um aspecto de alta prioridade para o desenvolvimento deste projeto. Também conhecida como UX, do termo em inglês *user experience*, refere-se às emoções e atitudes geradas e experienciadas por uma pessoa ao fazer uso de um determinado produto, sistema ou serviço, incluindo os aspectos práticos, experimentais, afetivos e significativos da interação humana com o meio digital. Além disso, inclui a visão dos usuários sobre vários aspectos do sistema, como utilidade, facilidade de uso e eficiência.

Portanto, o pensamento inicial é "Quem são os usuários?" e, a partir disso, projeta-se tendo em mente o objetivo de tornar o ambiente mais cômodo e agradável para os que irão interagir com o aplicativo. Sendo os principais usuários agentes de saúde realizando pesquisa em campo, desde a escolha das cores, passando pelo posicionamento dos botões até a usabilidade e validação dos formulários, todos os aspectos do desenvolvimento do aplicativo são planejados e realizados visando tornar o sistema prático e adequado tanto à rotina quanto ao ambiente em que será necessário utilizá-lo.

CONTROLE DE VERSÃO

O controle de versão, ou controle de código-fonte, é a prática de rastrear e gerenciar alterações de código de software. Um sistema de controle de versão é uma ferramenta de software que identifica e controla as modificações realizadas nos arquivos de um projeto ao longo do tempo, garantindo integridade e rastreabilidade das modificações, permitindo modificações paralelas de forma coerente e padronizada. Aprofundando um pouco, os principais benefícios fornecidos por um controle de versão são os seguintes:

- Histórico completo das alterações de longo prazo de cada arquivo, incluindo criação e exclusão de arquivos e referenciando o autor, data e notas escritas sobre o propósito de cada alteração. Tal histórico apoia análises de erros, é crucial para corrigir problemas em versões anteriores, além de permitir a restauração de versões;
- Fluxos de trabalho independentes uns dos outros, ao mesmo tempo que fornece a facilidade de mesclar os trabalhos novamente, evitando conflitos entre versões e possibilitando ramificações para cada recurso ou versão.

Embora seja possível desenvolver sem a utilização de um controle de versão, as boas práticas o consideram como uma extensão natural do processo de desenvolvimento.

Git

O sistema de controle de versão moderno escolhido para o desenvolvimento do TBI Score é o Git, um projeto de código aberto (*open source*) já maduro e mantido ativamente, desenvolvido originalmente em 2005. Diferente de outros sistemas de controle de versão, o Git se concentra no próprio conteúdo do arquivo, evitando confusão por conta nomes dos arquivos ao determinar qual deve ser o histórico de armazenamento ou ramificação de arquivos, afinal os arquivos de código fonte são frequentemente renomeados e reorganizados.

Outro ponto que direcionou a escolha deste sistema de controle de versão, é o fato de que o Git é a ferramenta mais amplamente adotada de seu tipo dentre a comunidade de desenvolvedores.

FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do aplicativo algumas ferramentas se fizeram necessárias. O Emulador do Android Studio foi utilizado para simular um *smartphone* em ambiente *desktop*. Foi também utilizado o editor de código PHPStorm na versão gratuita para estudantes e o DataGrip como IDE para banco de dados, também na versão gratuita para estudantes, ambos fornecidos pelo programa da JetBrains. Por fim, para gerenciamento de repositório baseado em Git, foi utilizado o GitLab, de código aberto mantido pela GitLab Inc. em conjunto com mais de 3 mil colaboradores, fornecido sob uma licença MIT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico clínico da tuberculose infantil ainda é um desafio e para padronizar o diagnóstico e fornecer informações mais confiáveis ao processo decisório na prática clínica, o Ministério da Saúde criou um escore adaptado para o contexto brasileiro. Embora exista a necessidade de aumentar o acesso à pontuação e facilitar seu uso entre os médicos por tempo e recursos seguros, o escore é uma ferramenta que pode auxiliar principalmente regiões que dispõem de poucos recursos tecnológicos. Este estudo pretende mostrar a concepção, desenvolvimento e disponibilização de uma aplicação móvel multiplataforma para calcular a pontuação da tuberculose em crianças e adolescentes baseado em um escore desenvolvido pelo Ministério da Saúde.

Os resultados pretendidos são de um aplicativo versátil, gratuito e que esteja disponível para uma variedade de dispositivos por meio das mais populares plataformas de serviço de distribuição digital de aplicativos. Além disso, devido às suas características de funcionamento offline, espera-se que a aplicação contribua para a rotina de locais com acesso limitado ou sem acesso à internet, além de ser eficaz no cálculo do escore e consequentemente contribuir para a rotina de atendimento.

O aplicativo foi organizado de forma a tornar o fluxo do questionário linear, porém, mantendo a conformidade com a estrutura apresentada no manual. Dessa maneira, cada etapa do TBI Score (TB = tuberculose, I = infantil) deve representar uma das colunas e as opções de escolha serão as alternativas que ao final irão compor o cálculo do escore.

Após finalizar todas as etapas do questionário, o escore é calculado no lado do cliente, ou seja, no próprio aplicativo. De maneira que todos os valores de cada resposta e também os valores de interpretação estarão inseridos na lógica via código JavaScript, dessa forma é garantido que mesmo sem acesso a internet o usuário possa completar o fluxo e obter o escore final juntamente com sua interpretação.

PROTÓTIPO

Para a idealização do TBI Score foram prototipadas três telas para representar as etapas que o usuário virá a interagir: Tela Inicial, Tela de Questão e Tela de Escore, a partir da comunicação que ocorreu através de reuniões com todos os envolvidos no projeto, com propósito de definir os objetivos gerais do software, além de identificar seus requisitos e finalmente esquematizar as áreas que realmente necessitam de uma definição mais ampla.

Tela Inicial

Definiu-se durante a prototipação que a Tela Inicial seria composta por um texto informativo junto a um botão com a função de iniciar o Questionário de Saúde.

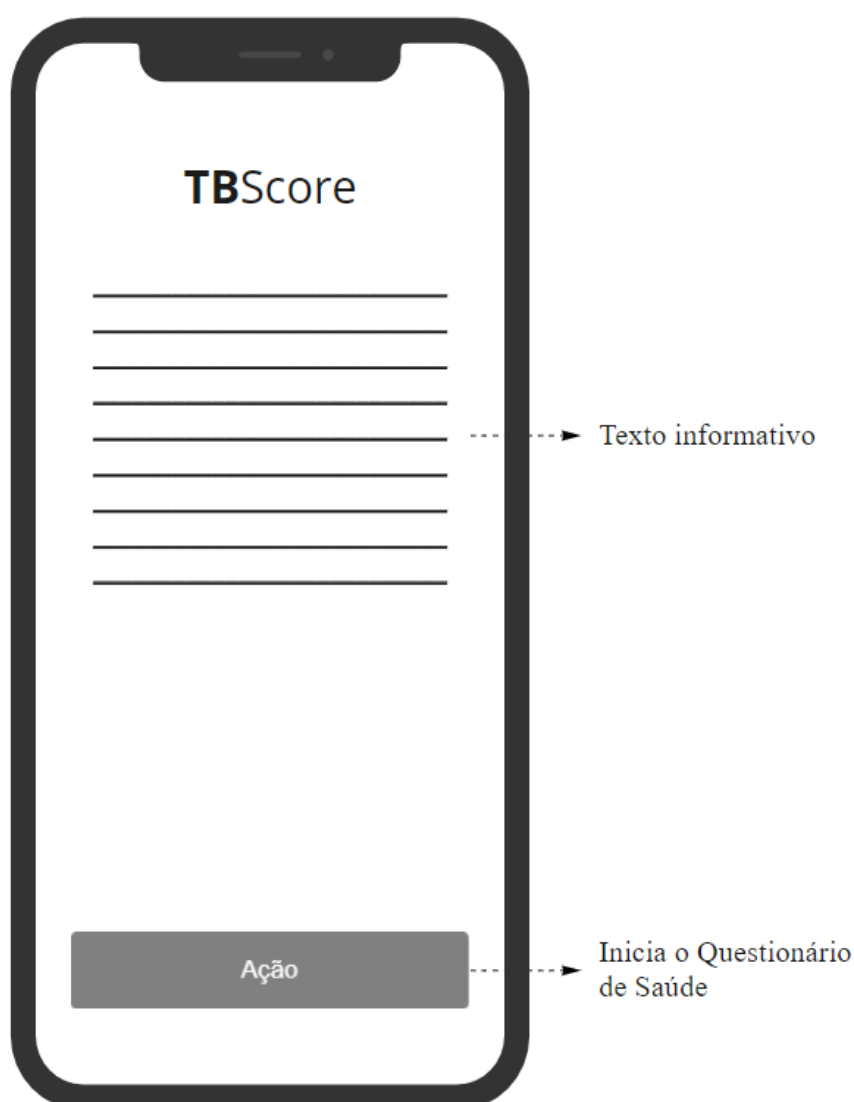


Figura 6: Tela inicial da prototipação

Tela de Questão

A Tela de Questão trata-se de uma tela genérica prototipada para abrigar de forma individual todas as questões que compõem o Questionário de Saúde. Além da apresentação da pergunta em si e do espaço dedicado às respostas, foi identificada a necessidade de um indicativo do progresso para que o usuário possa visualizar a quantidade de etapas restantes até que o resultado final do escore seja apresentado. Incluiu-se também botões de ação para avançar e retornar entre etapas.

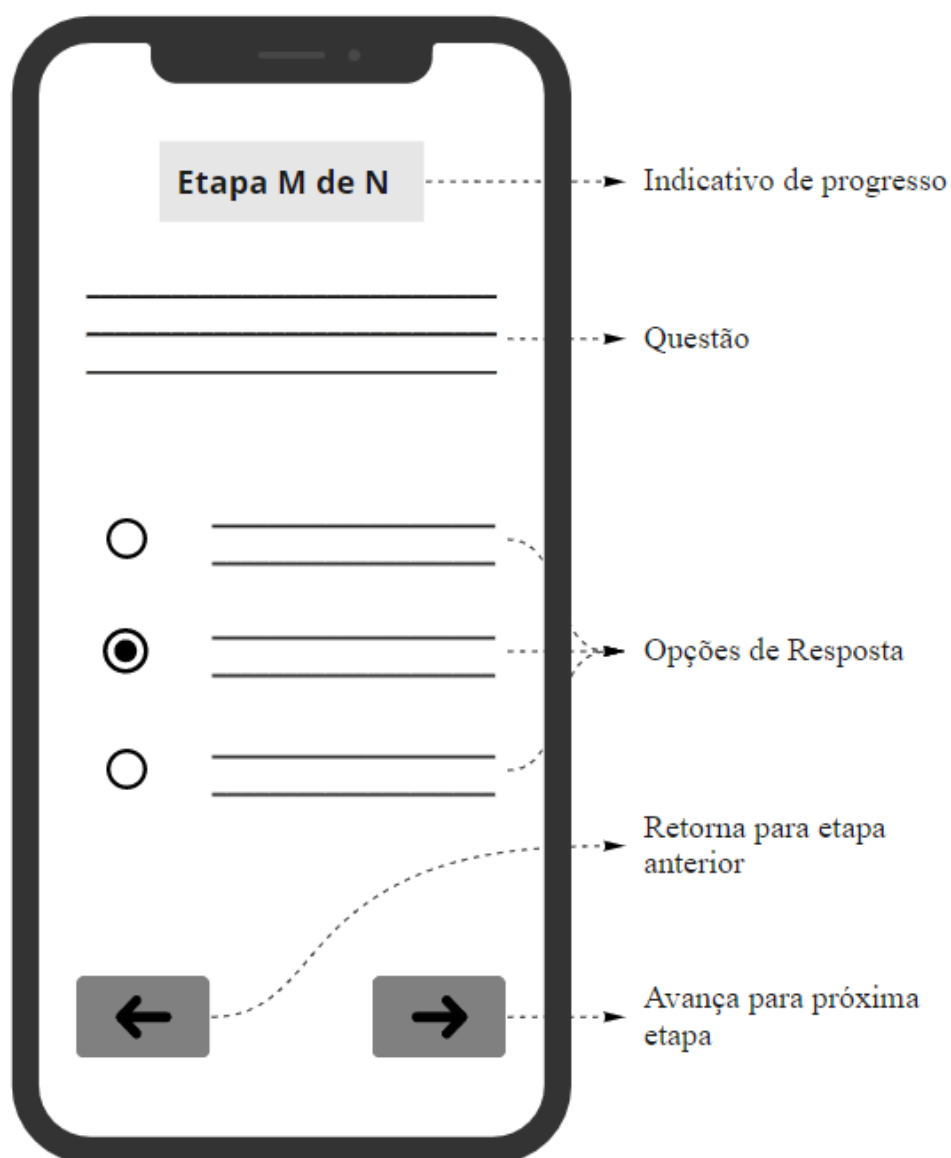


Figura 7: Tela de questão da prototipação

Tela de Escore

A Tela de Escore tem como objetivo expor o escore calculado com base nas respostas fornecidas durante o Questionário de Saúde, portanto, os principais elementos em foco na tela devem ser o resultado do escore em conjunto a um indicativo de conclusão das questões. Em segundo plano, orientações que variam conforme escore e um botão para encerrar o questionário.



Figura 8: Tela de escore da prototipação

O desenvolvimento do aplicativo foi realizado em três fases e incluiu os seguintes critérios: a) desenvolver a aplicação usando os recursos mínimos e no menor tempo possível, b) testar suas funcionalidades em simulações breves em sites de desenvolvimento e c) aprovar o conceito de aplicação para posterior validação e expansão dos recursos (ISO,2011).

REQUISITOS FUNCIONAIS

RF001	Iniciar Questionário de Saúde
Prioridade	Alta
Descrição	O sistema deve ser capaz de iniciar um Questionário de Saúde a partir da requisição do usuário ao acionar um botão.

Tabela 3: Requisito funcional - RF001

RF002	Apresentar formulário de Dados do Paciente
Prioridade	Alta
Descrição	O sistema deve apresentar um formulário para coletar os dados não pessoais do paciente (data de nascimento, sexo, altura e peso).

Tabela 4: Requisito funcional - RF002

RF003	Apresentar questões de múltipla escolha
Prioridade	Alta
Descrição	O sistema deve apresentar as questões em formato de múltipla escolha para que seja calculado o escore conforme orientação do Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil.

Tabela 5: Requisito funcional - RF003

RF004	Coletar e validar respostas fornecidas
Prioridade	Alta
Descrição	O sistema deve coletar as respostas fornecidas em cada etapa do Questionário de Saúde, bem como validar as mesmas e impedir que o usuário avance de etapa caso alguma informação seja inválida ou ausente.

Tabela 6: Requisito funcional - RF004

RF005	Armazenar temporariamente respostas
Prioridade	Alta
Descrição	O sistema deve ser capaz de armazenar temporariamente as respostas válidas fornecidas para que ao final do Questionário de Saúde o escore possa ser calculado.

Tabela 7: Requisito funcional - RF005

RF006	Calcular percentil
Prioridade	Alta
Descrição	O sistema deve calcular o percentil para obter o estado nutricional do paciente.

Tabela 8: Requisito funcional - RF006

RF007	Calcular escore
Prioridade	Alta
Descrição	O sistema deve calcular o escore com base nas respostas fornecidas, seguindo o esquema de pontuação fornecido no Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil.

Tabela 9: Requisito funcional - RF007

RF008	Avançar etapa
Prioridade	Alta
Descrição	O sistema deve disponibilizar ao usuário um botão que executa a ação de avançar para a próxima etapa.

Tabela 10: Requisito funcional - RF008

RF009	Retornar etapa
Prioridade	Baixa
Descrição	O sistema deve disponibilizar ao usuário um botão que executa a ação de retornar a etapa anterior.

Tabela 11: Requisito funcional - RF009

RF010	Apresentar resultado do percentil
Prioridade	Alta
Descrição	O sistema deve apresentar ao usuário o resultado do percentil calculado.

Tabela 12: Requisito funcional - RF010

RF011	Apresentar resultado do escore
Prioridade	Alta
Descrição	O sistema deve apresentar ao usuário o resultado do escore calculado.

Tabela 13: Requisito funcional - RF011

RF012	Apresentar orientações a respeito do escore
Prioridade	Média
Descrição	O sistema deve apresentar ao usuário a interpretação e orientações a respeito do resultado do escore, conforme tabela de interpretação fornecida pelo Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil.

Tabela 14: Requisito funcional - RF012

RF013	Coletar geolocalização
Prioridade	Média
Descrição	O sistema deve ser capaz de coletar a geolocalização do dispositivo onde o aplicativo está sendo executado, sem que a coleta não identificada do paciente seja comprometida.

Tabela 15: Requisito funcional - RF013

RF014	Armazenar dados e resultados coletados
Prioridade	Alta
Descrição	O sistema deve possibilitar o armazenamento persistente dos dados e resultados coletados, de maneira estrutural para que os resultados possam servir como base para estudos futuros.

Tabela 16: Requisito funcional - RF014

REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

RNF001	Usabilidade
Prioridade	Alta
Descrição	A interação do usuário com o aplicativo deve fluir de maneira amigável e objetiva, prezando por uma experiência positiva e prática.

Tabela 17: Requisito não funcional - RNF001

RNF002	Segurança
Prioridade	Alta
Descrição	Informações pessoais não devem ser coletadas em nenhum momento do questionário de saúde. A coleta não identificada do paciente cujo as respostas se referem deve ser respeitada em todas as etapas.

Tabela 18: Requisito não funcional - RNF002

DIAGRAMA DE CASO DE USO

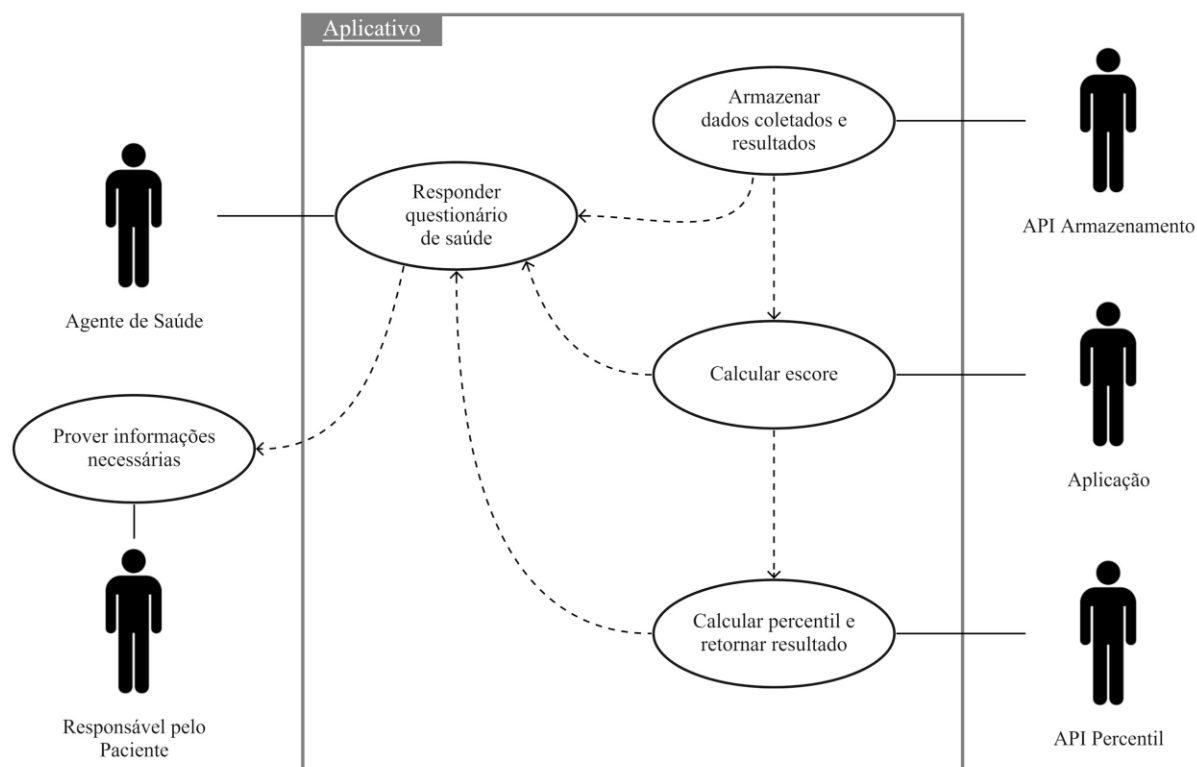


Figura 9: Diagrama de Caso de Uso - TBI Score

DIAGRAMA DE ATIVIDADES

O fluxo representado no Diagrama de Atividades, em apêndice, tem início no Responsável pelo Paciente provendo as informações necessárias para o Agente de Saúde, que realiza a primeira entrada de dados no aplicativo: informar os dados do paciente. A partir desta ação, é realizada a validação dos dados que, uma vez validados, são armazenados temporariamente e enviados para a API que assincronamente calcula o percentil e retorna o resultado para o aplicativo, que também armazena o resultado temporariamente.

Em seguida, o fluxo chega novamente a uma ação do Agente de Saúde, que deve informar a resposta a questão "Paciente com sintomas há mais de 2 semanas?", caso a resposta seja afirmativa, os possíveis sintomas são apresentados e é necessário que pelo menos um seja selecionado para que o fluxo avance. Caso a resposta seja negativa, o fluxo avança armazenando temporariamente a resposta e apresentando a próxima tela ao usuário.

De volta a ação do Agente de Saúde, este deve informar a resposta para a questão "Teve infecção respiratória com melhora após uso de antibióticos para germes comuns ou sem antibióticos?", o aplicativo então armazena temporariamente esta resposta e avança para a próxima etapa, onde o agente de saúde deve informar se o paciente fez radiografia e, caso afirmativo, deve selecionar pelo menos uma das opções de possíveis resultados do exame. Novamente, a resposta é armazenada temporariamente pelo aplicativo e uma nova questão é apresentada para ser respondida. A ação do Agente de Saúde é informar se o paciente teve contato com algum adulto diagnosticado com tuberculose. A resposta é armazenada temporariamente e a próxima questão é apresentada solicitando o resultado da prova tuberculínica, o Agente de Saúde informa a resposta que também é armazenada temporariamente.

Então, o resultado do cálculo do percentil é apresentado na etapa seguinte para que o Agente de Saúde revise o resultado. Feito isso, o Agente de Saúde solicita que o score seja gerado. A aplicação então calcula o score com base nas respostas que foram armazenadas temporariamente e avança para a próxima etapa que apresenta o resultado do score. Por fim, o Agente de Saúde pode revisar o resultado apresentado juntamente às orientações e encerrar o questionário.

BANCO DE DADOS

O banco de dados foi estruturado em nove tabelas onde a principal entidade é a answers, responsável por salvar todas as informações coletadas no aplicativo, incluindo latitude e longitude, informações do paciente e o score.

As tabelas que possuem o prefixo oauth em seu nome foram criadas para a implementação do OAuth 2.0 para garantir a segurança da API. O OAuth 2.0 é um protocolo para autorização permitindo que aplicativos acessem informações de maneira controlada e limitada sem que os usuários precisem expor as suas credenciais, ou seja, apenas aplicativos autorizados poderão se comunicar com a API do TBI Score.

A tabela de usuário foi implementada pensando já em um trabalho futuro de disponibilização de credenciais para os agentes de saúde.

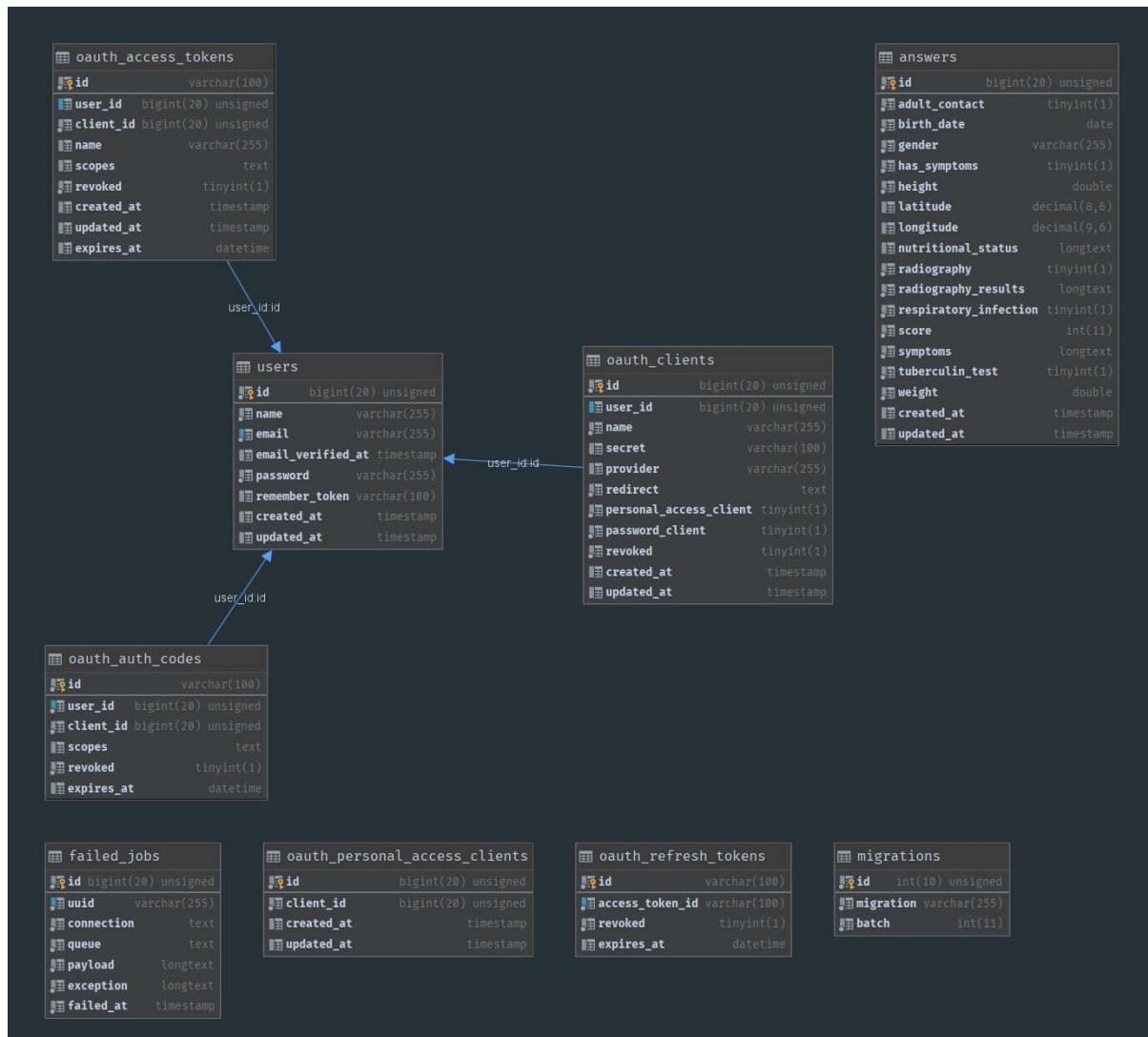


Figura 10: Diagrama Entidade Relacionamento - TBI Score

APLICATIVO

O aplicativo inicia em uma tela introdutória que apresenta ao usuário o link de acesso ao Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil, junto às principais recomendações e uma média do tempo necessário para percorrer o fluxo por completo.

Ao clicar em Iniciar Avaliação o questionário da saúde é iniciado de fato, dividido em 7 etapas, a primeira é a coleta dos dados do paciente que ao ser finalizada dispara uma chamada assíncrona a API que realiza o cálculo do Percentil.

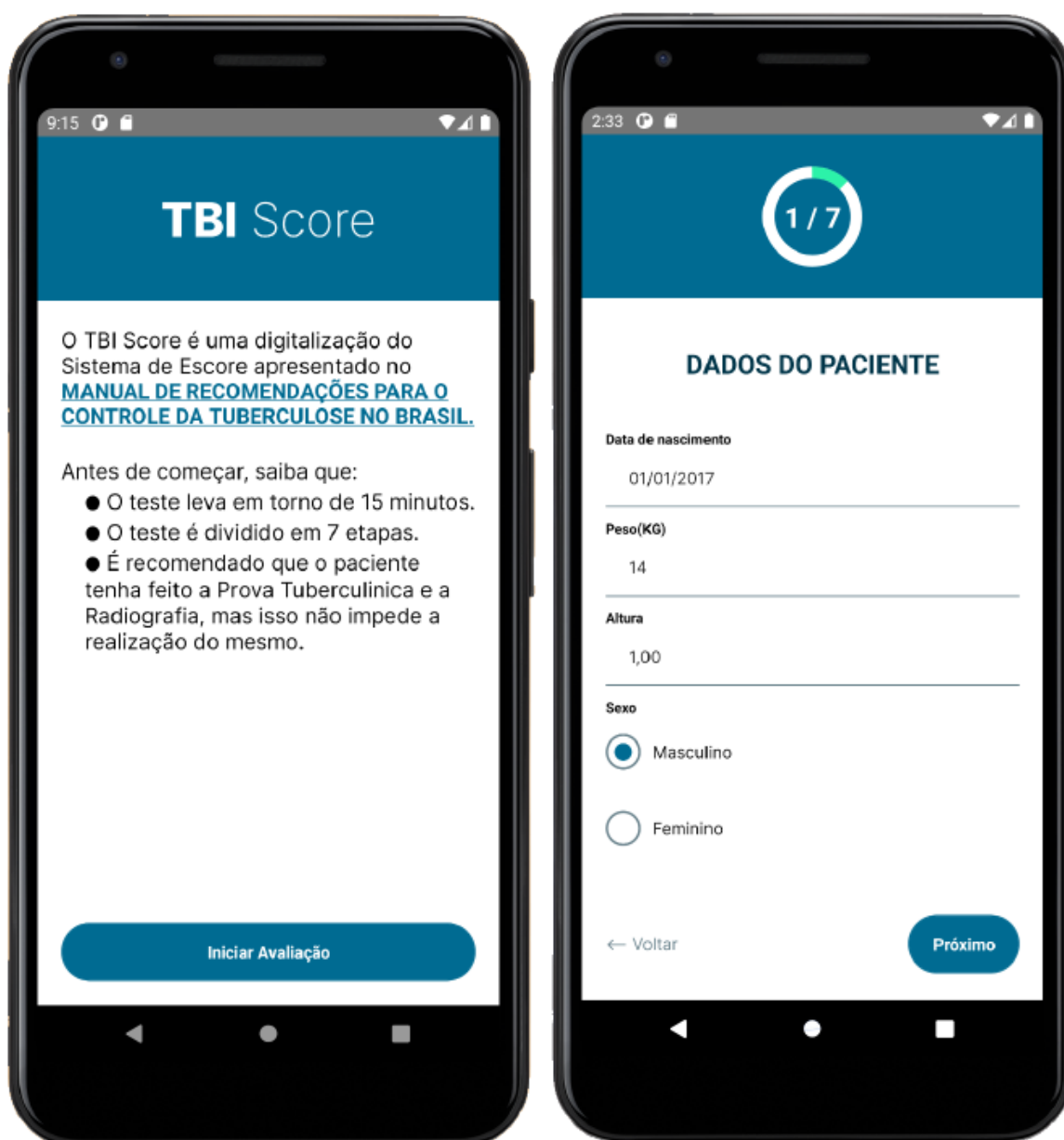


Figura 11: Tela inicial e Tela de Dados do Paciente - TBI Score

A segunda etapa do questionário é determinar se o paciente apresentou ou não sintomas por um período maior que duas semanas, e em caso afirmativo, coletar quais foram tais sintomas. Em seguida, a terceira etapa pergunta se o paciente teve alguma infecção respiratória de caráter mais simples que apresentou melhora com ou sem antibióticos comuns.

The image displays two smartphone screens side-by-side, representing steps 2 and 3 of a questionnaire. Both screens have a blue header with a circular progress indicator.

Screen 2 (Left): The progress indicator shows '2 / 7'. The question is 'Paciente com sintomas há mais de 2 semanas?'. There are two radio buttons: 'Sim' (selected) and 'Não'. Below the question, it asks 'Quais sintomas foram apresentados?' and lists six symptoms with checkboxes: 'Febre' (checked), 'Tosse' (checked), 'Adinamia' (unchecked), 'Expectoração' (unchecked), 'Emagrecimento' (unchecked), and 'Sudorese' (unchecked). At the bottom, there is a 'Voltar' button with a left arrow and a 'Próximo' button.

Screen 3 (Right): The progress indicator shows '3 / 7'. The question is 'Paciente teve infecção respiratória com melhora após uso de antibióticos para germes comuns ou sem antibiótico?'. There are two radio buttons: 'Sim' (unchecked) and 'Não' (selected). At the bottom, there is a 'Voltar' button with a left arrow and a 'Próximo' button.

Figura 12: Telas das etapas 2 e 3 - TBI Score

A quarta etapa é responsável por coletar o quadro radiológico questionando se o paciente realizou ou não radiografia, e em caso afirmativo, quais foram os resultados apresentados. A validação de respostas inconsistentes é feita automaticamente, caso a penúltima ou a última opção seja selecionada, as demais são desmarcadas. A quinta etapa pergunta se paciente teve contato próximo com adulto diagnosticado com tuberculose.

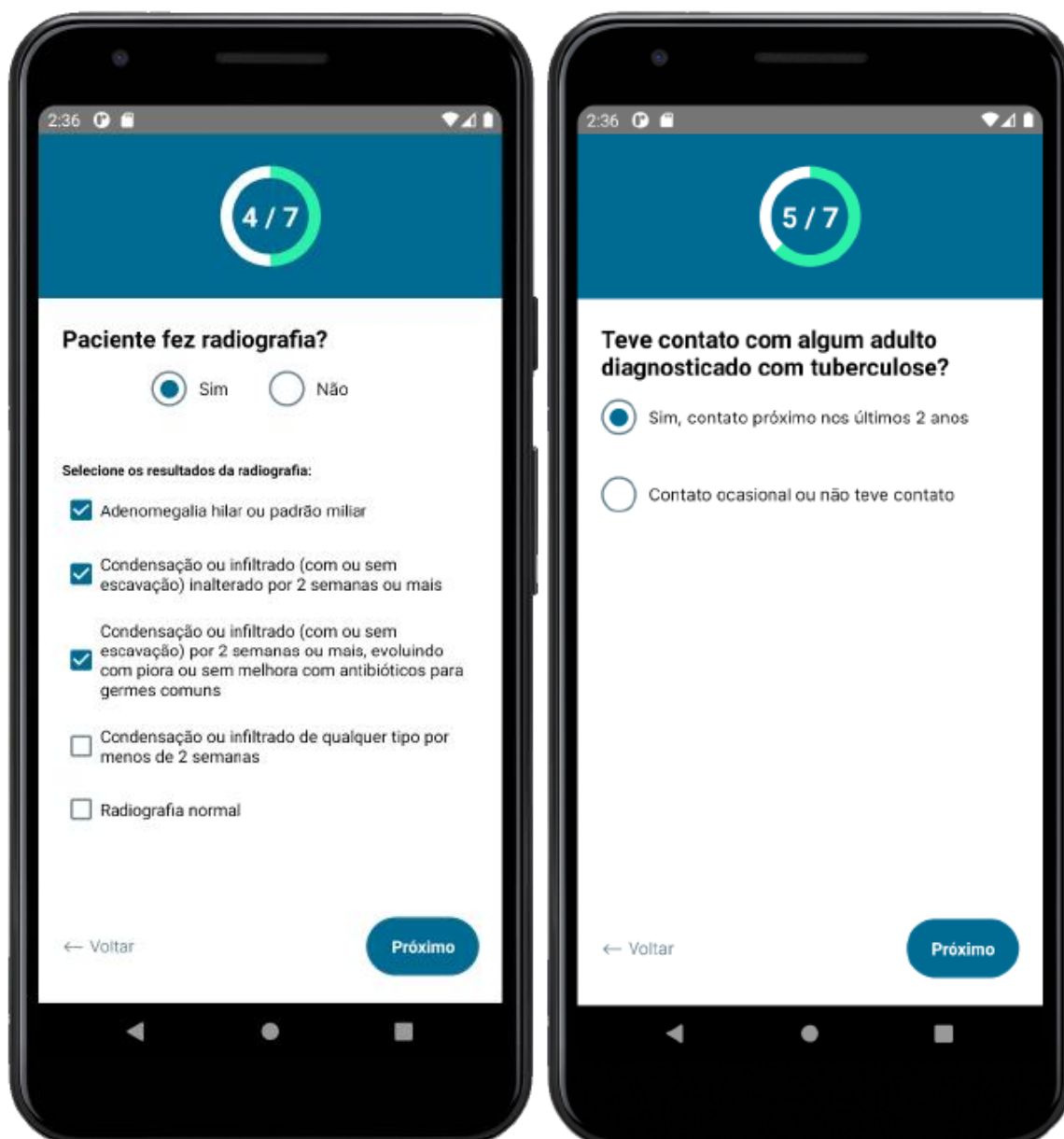


Figura 13: Telas das etapas 4 e 5 - TBI Score

A sexta etapa tem como objetivo coletar o resultado da prova tuberculínica do paciente caso tenha sido realizada. A sétima e última etapa é consultiva e permite ao usuário visualizar

o retorno do cálculo do percentil realizado via API, bem como conferir as informações fornecidas na etapa de Dados do Paciente e que foram utilizadas para obter o percentil.

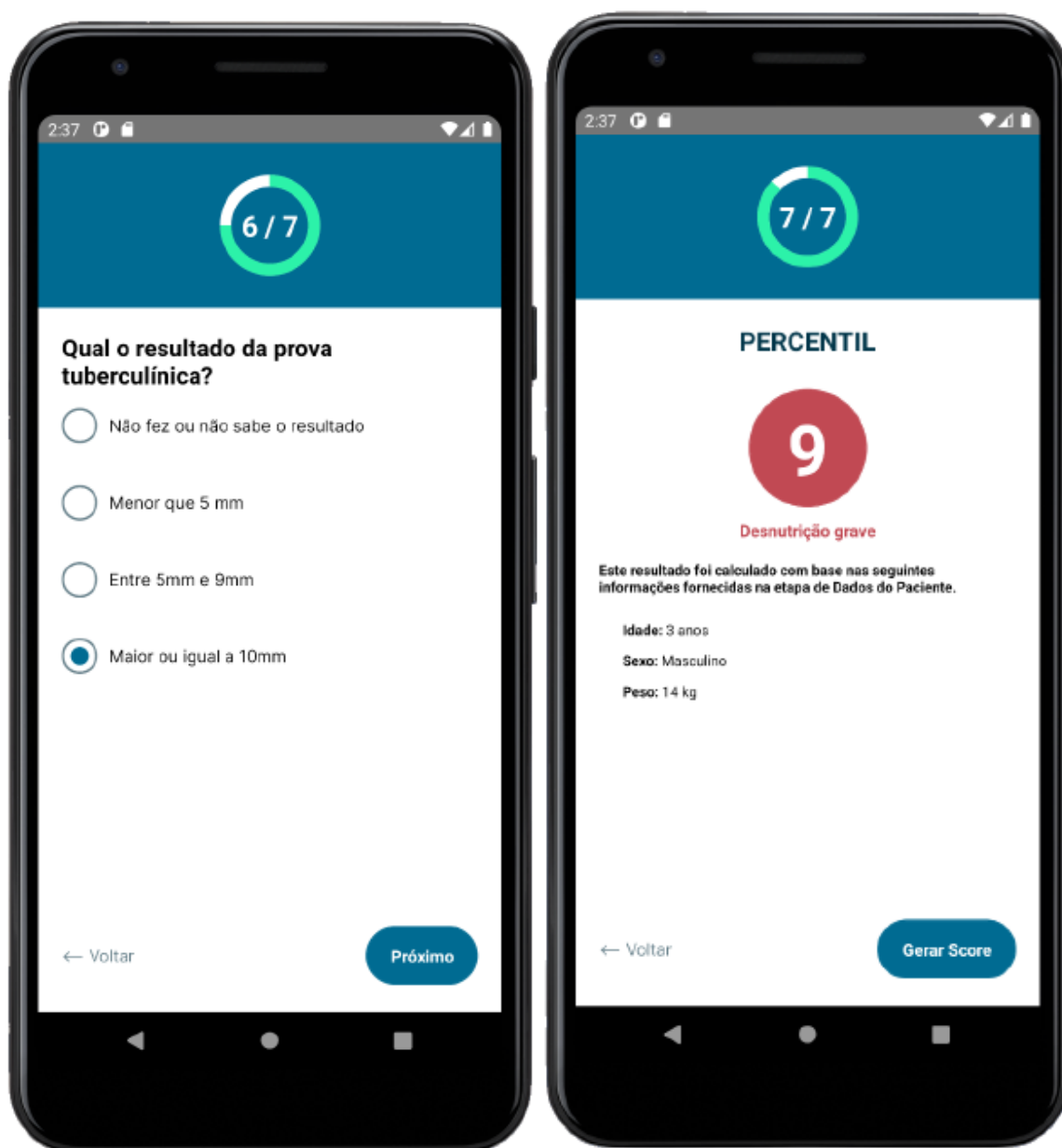


Figura 14: Telas das etapas 6 e 7 - TBI Score

Ao acionar o botão “Gerar Score” na etapa anterior, o aplicativo calcula o resultado final com base nas respostas coletadas e apresenta o diagnóstico conforme o manual.

Acionando o botão “Encerrar”, os dados são enviados para a API do TBI Score que, assincronamente, os armazena no banco de dados e, então, o aplicativo retorna à tela inicial de introdução para que um novo teste possa ser realizado.

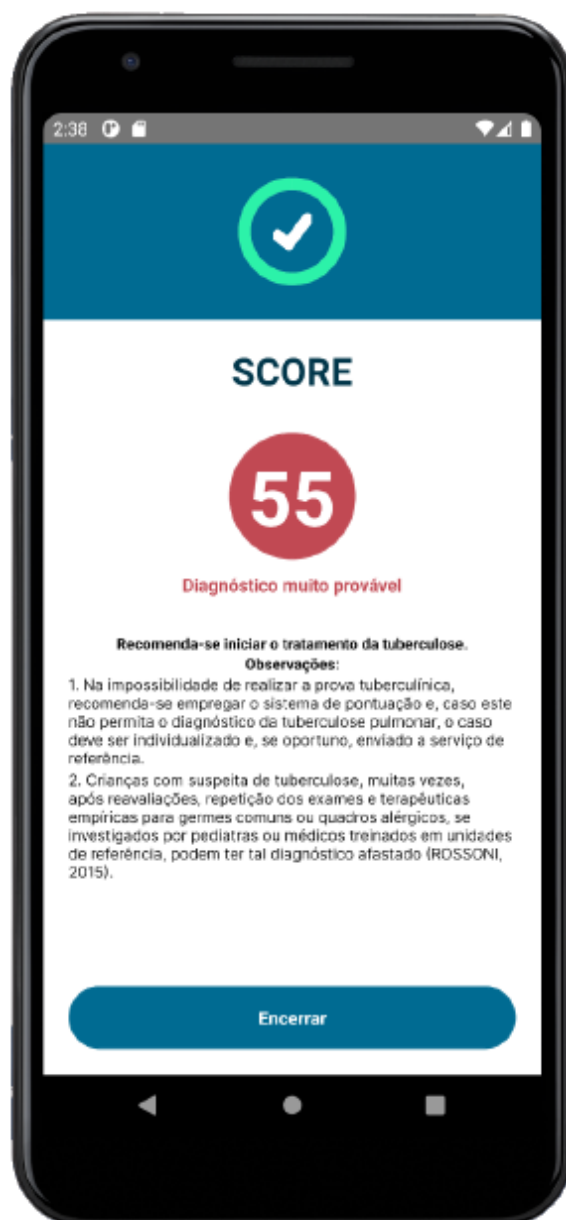


Figura 15: Tela de apresentação do score - TBI Score

O uso e o desenvolvimento de sistemas de informação em saúde para auxiliar na tomada de decisões extremamente relevantes. Ajudam a organizar melhor os dados e recuperá-los rapidamente, permitindo que os usuários neste caso, os agentes de saúde e outros sistemas de informação obtenham as informações quando necessário. Ao simplificar o acesso aos dados necessários, é possível tornar o processo viável, rápido e intuitivo (LIMA et. al., 2018).

Um aplicativo precisa ser agradável, simples, eficiente e confiável. Certamente uma interface objetiva, clara e intuitiva colabora muito para esses pré-requisitos. Para o desenvolvimento do aplicativo, levaram-se em consideração alguns fatores relevantes no intuito de atender usuários menos experientes sem, contudo, prejudicar o desempenho operacional do sistema. Uma das diretrizes mais básicas para melhorar a usabilidade do aplicativo é fornecer um feedback claro (NIELSEN, 2017), para isso exibimos um contador de passos em todas as etapas para o usuário ter conhecimento de onde ele se encontra no processo, além de mostrar o tempo médio para o término de todo o questionário logo na tela inicial.

As funcionalidades na interface do aplicativo foram definidas para simplificar e agilizar a usabilidade. Como interface geral, prezou-se pelo máximo de clareza textual a fim de colaborar com a uniformidade da compreensão do receptor e promover uma harmonização visual mais agradável e prática, possibilitando ao usuário experienciar um ambiente satisfatório. Além da preocupação com as cores e quantidade informações para se evitar assim uma confusão visual tornando a usabilidade menos cansativa foram levadas em consideração. Além disso, para a montagem da interface procurou-se relacionar algumas dessas cores a uma função distinta como, por exemplo, o escore final apresentado em vermelho alertando para o diagnóstico muito provável.

A manutenção do aplicativo pode ser efetuada conforme a necessidade de implementação de outros módulos, de acordo com a observação de novos requisitos, que contemplam mudanças propostas para a adequação das funcionalidades do sistema, permitindo que o aplicativo tenha uma otimização no gerenciamento das informações, oferecendo assim mais recursos aos usuários. De acordo com as boas práticas de desenvolvimento preconizadas pela W3C, isto é possível graças aos diferentes materiais de diagramação produzidos no decorrer deste estudo (W3C, 2020).

Além disso, no intuito de aprimorar a aplicação, são captados logs de acesso não identificados a fim de realizar um acompanhamento estatístico das regiões que mais utilizam a aplicação e possivelmente correlacionar com os resultados coletados.

Nas buscas por aplicativos para tuberculose em crianças nas bases acadêmicas não foram encontrados outros trabalhos parecidos.

CONCLUSÃO

O escore criado e adaptado para o contexto brasileiro, permite que profissionais de saúde possam embasar suas decisões a partir de sistema de pontuação com informações confiáveis. Embora exista a necessidade de aumentar o acesso à pontuação e facilitar seu uso entre os profissionais a fim de otimizar tempo e recursos de maneira segura, este mecanismo ainda não está disponível digitalmente no cenário brasileiro. Este estudo demonstrou o processo, desde a concepção ao desenvolvimento, de uma aplicação móvel multiplataforma para calcular a pontuação da tuberculose em crianças baseado no escore disponível no manual do Ministério da Saúde e assim, fornecer suporte às decisões clínicas.

Como o projeto ainda não foi exposto à testes massivos e testes de estresse, podemos deduzir que diversas melhorias ainda podem ser aplicadas sobre o sistema. Conforme o aplicativo seja utilizado, novos requisitos serão detectados e assim novas funcionalidades poderão ser desenvolvidas, provendo uma melhor interface e sincronia entre os agentes de saúde e o sistema. A introdução de novas tecnologias na área da saúde são, em sua maioria, desafiadoras. Neste cenário em específico os desafios são ainda mais profundos, pois trata-se de um método auxiliar de diagnóstico que requer comparações que permitam uma validação em relação a usabilidade e efetividade da aplicação em um cenário clínico.

TRABALHOS FUTUROS

Como próximos passos prevê-se a validação de usabilidade com especialistas a fim de garantir que o uso do TBI Score será realmente benéfico no dia a dia dos agentes de saúde.

Além disso, uma solução de banco de dados embarcado disponibilizada para garantir que as informações sejam salvas no dispositivo até que a conexão com Internet esteja disponível garantirá uma comunicação com a API de forma satisfatória.

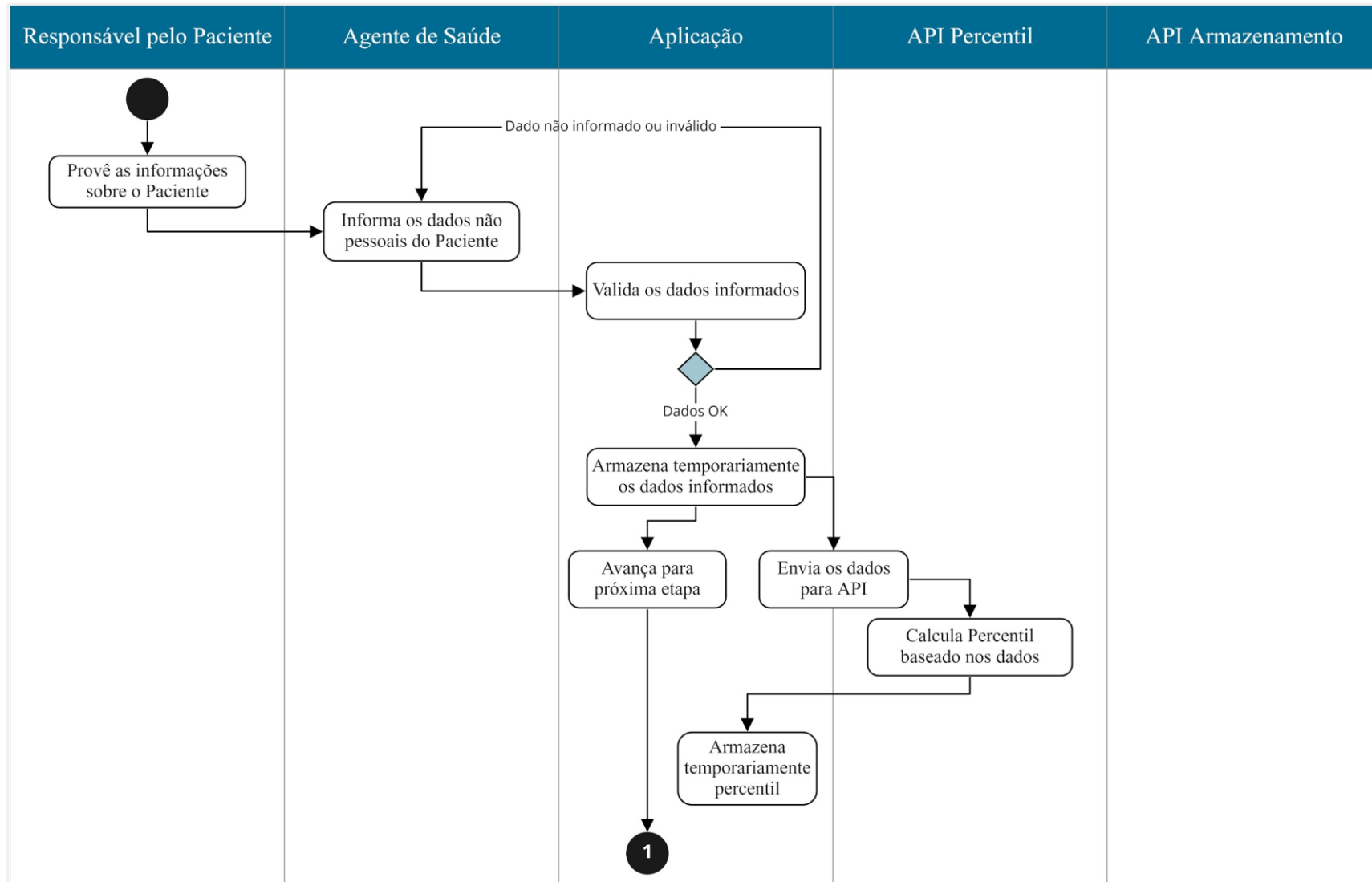
Dessa forma, um modelo de análise de dados para reconhecimento de padrões de escore baseado em regiões do país é essencial para o apoio à tomada de decisão, e se torna possível uma vez que as informações coletadas cheguem até o banco de dados final.

Por fim, o modelo de desenvolvimento aplicado tem o potencial de ser utilizado em outros cenários e deve ser testado em outros processos de obtenção de escore que não seja, obrigatoriamente, relacionado a Tuberculose para que dessa forma um método replicável e escalável possa ser criado e disponibilizado para futuros projetos e pesquisas.

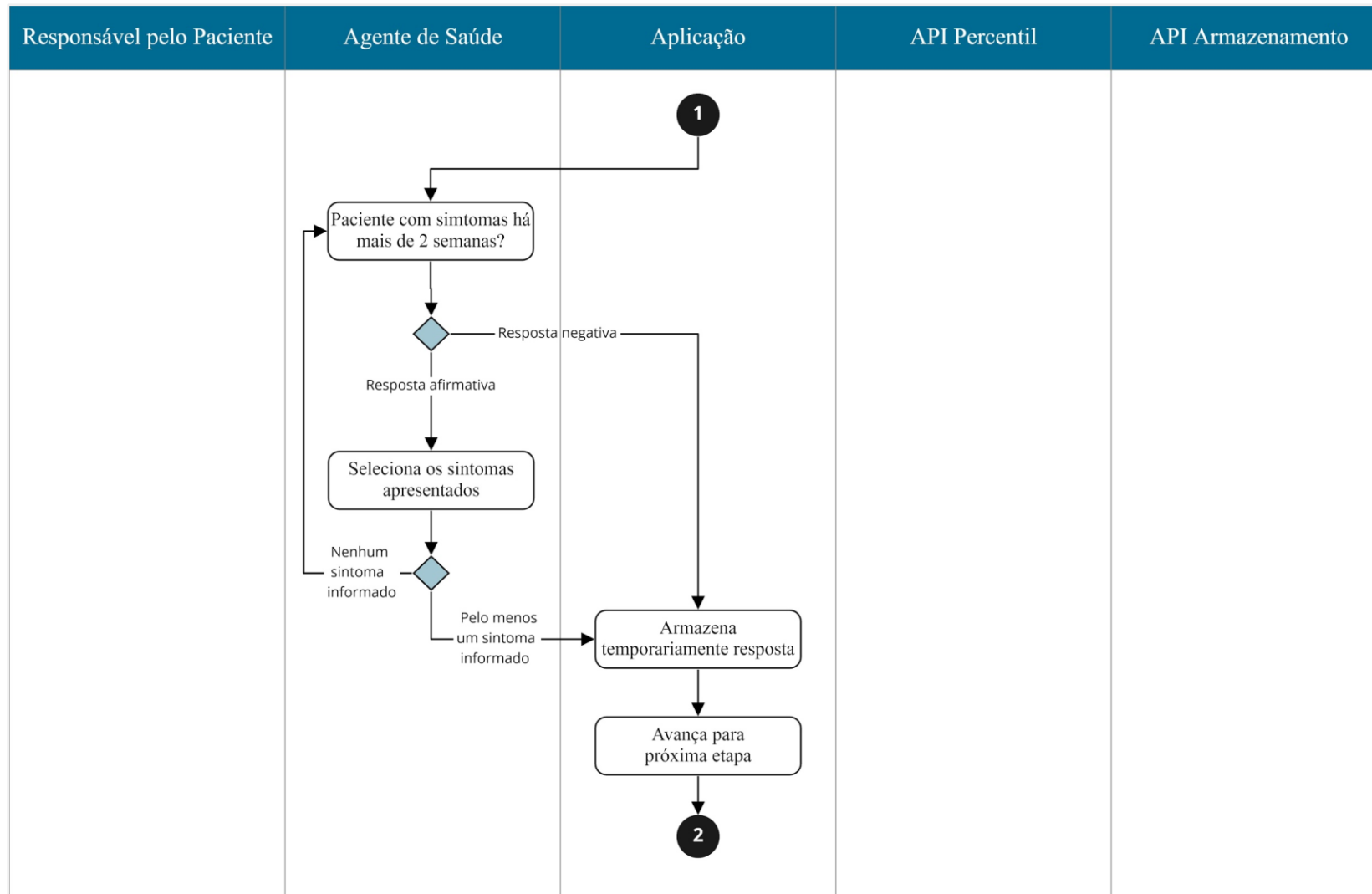
REFERÊNCIAS

1. ABHISHEK, Kumar; SINGH, M. P. An Ontology based Decision support for Tuberculosis Management and Control in India. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 8, n. 6, p. 2860-2877, 2016
2. BRASIL, M. da S. Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 11, p. 2498–2498, 2010.
3. BRASIL, M. da S. Portaria nº 204. . 2016.
4. BRASIL, M. da S. Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil - 2ª edição atualizada. 2019.
5. CAIN, K. P.; NELSON, L. J.; CEGIELSKI, J. P. Global policies and practices for managing persons exposed to multidrug-resistant tuberculosis. **The International journal of tuberculosis and lung disease**, v. 14, n. 3, p. 269-274, 2010.
6. CALLAWAY, Ewen. Improved diagnostics fail to halt the rise of tuberculosis. **Nature News**, v. 551, n. 7681, p. 424, 2017.
7. CANO, Ana Paula Ghussn et al. Tuberculose em pacientes pediátricos: como tem sido feito o diagnóstico?. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 35, n. 2, p. 165-170, 2017.
8. GREENWOOD, Davydd J.; LEVIN, Morten. An epistemological foundation for action research. **Introduction to action research**, p. 55-76, 2007.
9. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO/IEC 25010. **Systems and software engineering — systems and Software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models**. Geneva, 2011.
10. LIGHTER, Jennifer; RIGAUD, Mona. Diagnosing childhood tuberculosis: traditional and innovative modalities. **Current problems in pediatric and adolescent health care**, v. 39, n. 3, p. 61-88, 2009.
11. LIMA, Vinicius Costa et al. From guidelines to decision-making: using mobile applications and semantic web in the practical case of guides to support patients. **Procedia Computer Science**, v. 121, p. 803-808, 2017.
12. LOPES, P.; OLIVEIRA, J. L. A semantic web application framework for health systems interoperability. **Proceedings of the first international workshop on Managing interoperability and complexity in health systems - MIXHS '11**, p. 87, 2011.

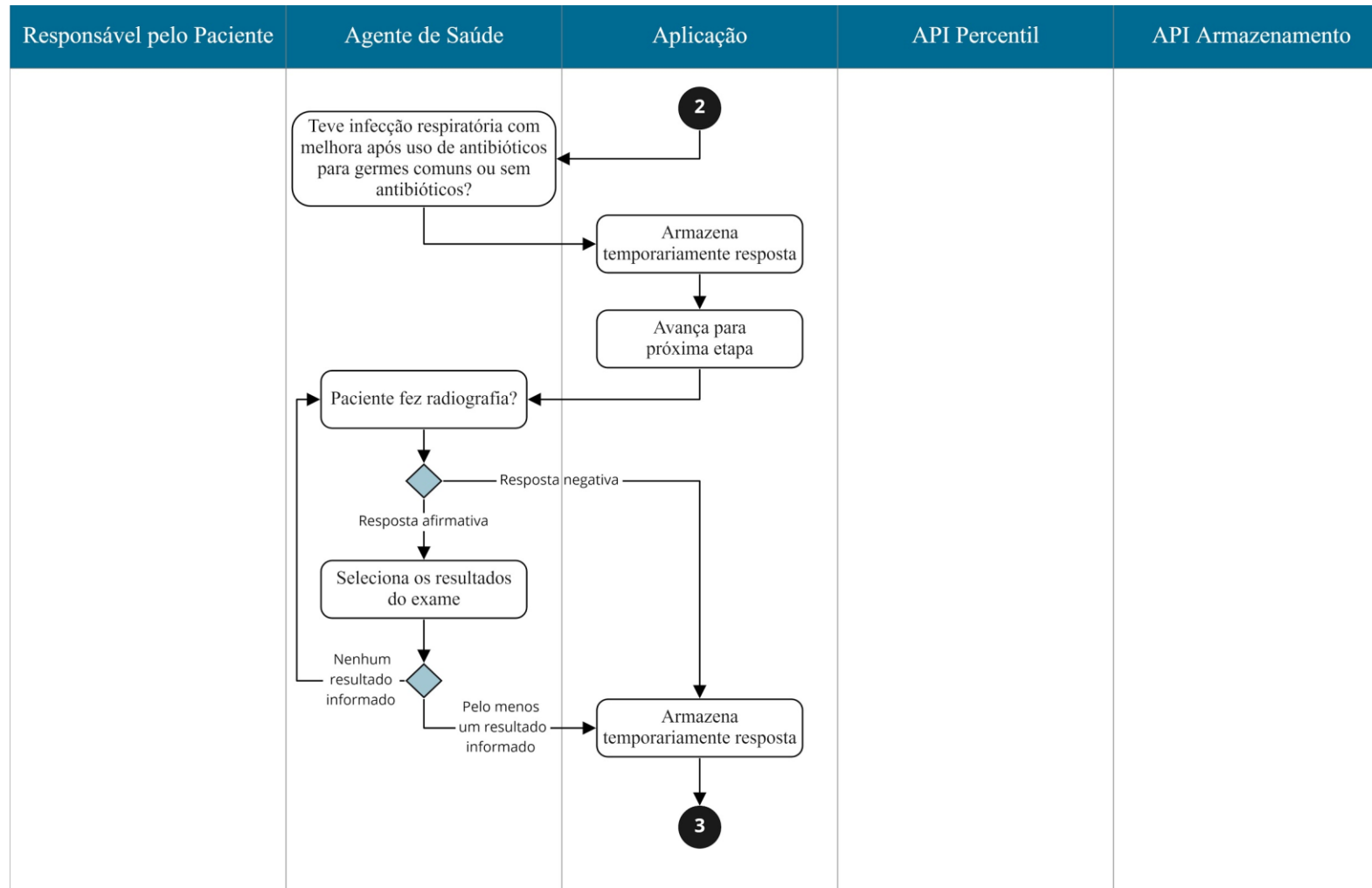
13. MARAIS, B. J. et al. The spectrum of disease in children treated for tuberculosis in a highly endemic area [Unresolved Issues]. **The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**, v. 10, n. 7, p. 732-738, 2006.
14. PAI, Madhukar; NICOL, Mark P.; BOEHME, Catharina C. Tuberculosis diagnostics: state of the art and future directions. **Tuberculosis and the Tubercle Bacillus**, p. 361-378, 2017.
15. PRESSMAN, Roger. S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. 7.ed. Porto Alegre : AMGH, 2011.
16. SÁ, L. D. de; ANDRADE, M. N. de; NOGUEIRA, J. de A.; VILLA, T. C. S.; FIGUEIREDO, T. M. R. M. de; QUEIROGA, R. P. F. de; SOUSA, M. C. M. de. Implantação da estratégia DOTS no controle da Tuberculose na Paraíba: entre o compromisso político e o envolvimento das equipes do programa saúde da família (1999-2004). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 9, p. 3917–3924, 2011
17. STARKE, Jeffrey R.; STARKE, Jeffrey R. Tuberculose infantil em 2017: Para onde caminhamos?. **Residência Pediátrica**, v. 7, n. supl 1, p. 3-6, 2017.
18. THE WORLD BANK. **World Bank country and lending groups**. 2016.
19. WHO. Treatment of tuberculosis: guidelines for national programs. 2003 Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/67890/1/WHO_CDS_TB_2003.313_eng.pdf, Acessado em: 9 de dezembro 2020
20. WHO. **Global Tuberculosis Report 2019**. [s.l: s.n.]
21. WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. Xpert MTB/RIF assay for the diagnosis of pulmonary and extrapulmonary TB in adults and children: policy update. **Geneva: World Health Organization**, 2013.
22. WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. **Implementing the end TB strategy: the essentials**. World Health Organization, 2015.
23. W3C: CSS. Disponível em <<http://www.w3.org/Style/CSS/>>.
24. YOSHIURA, Vinicius Tohoru et al. Towards a health observatory conceptual model based on the semantic web. **Procedia computer science**, v. 138, p. 131-136, 2018.
25. NIELSEN, Jakob; LAUBHEIMER, Page: **Top 10 Application-Design Mistakes**, 2017.
26. API, SimulConsult. Disponível em < <https://simulconsult.com/>>.
27. UML, Unified Modelling Language. Disponível em < <https://www.uml-diagrams.org/>>

APÊNDICE A - Diagrama de Atividades Parte I

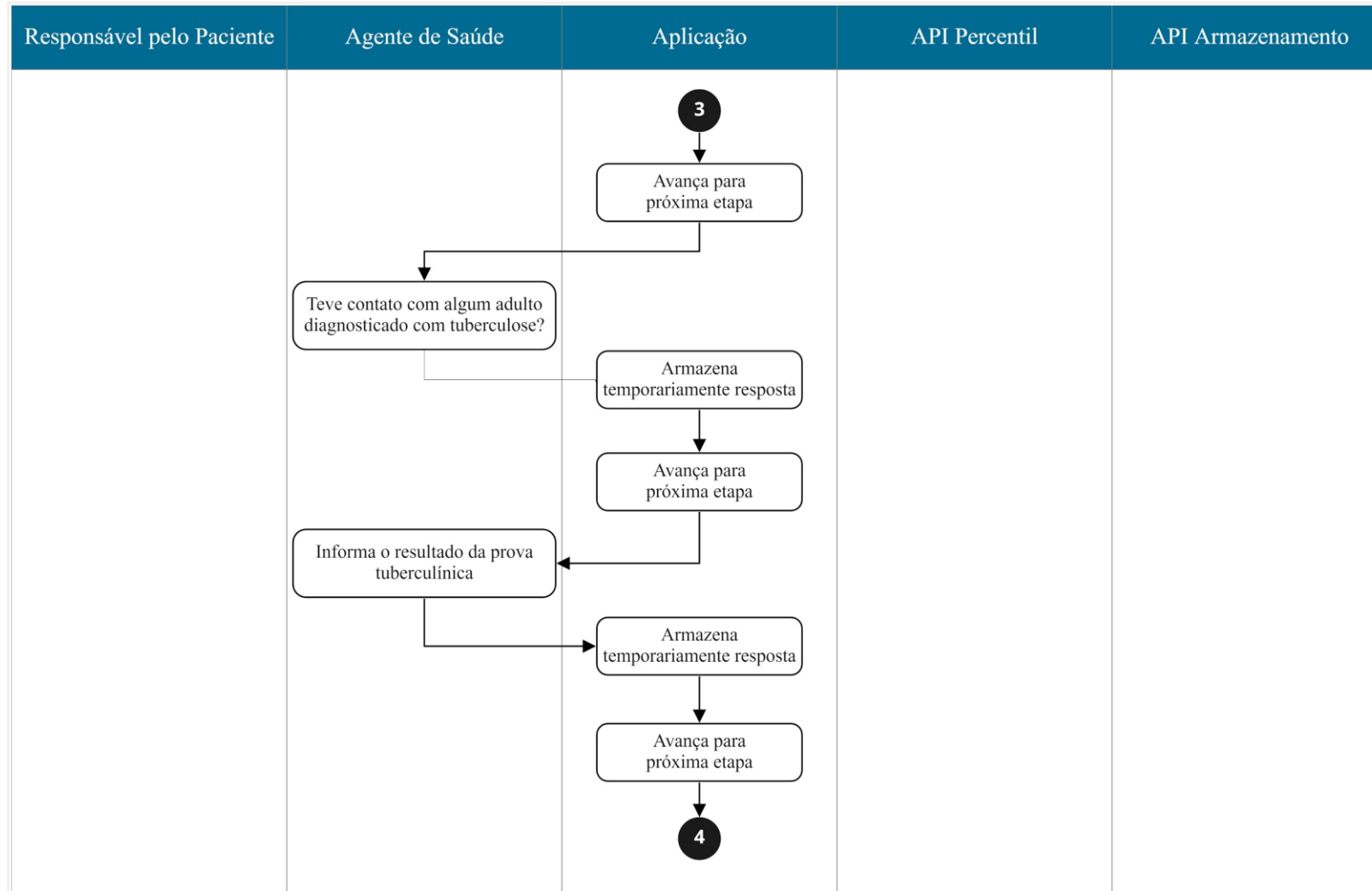
APÊNDICE B - Diagrama de Atividades Parte II

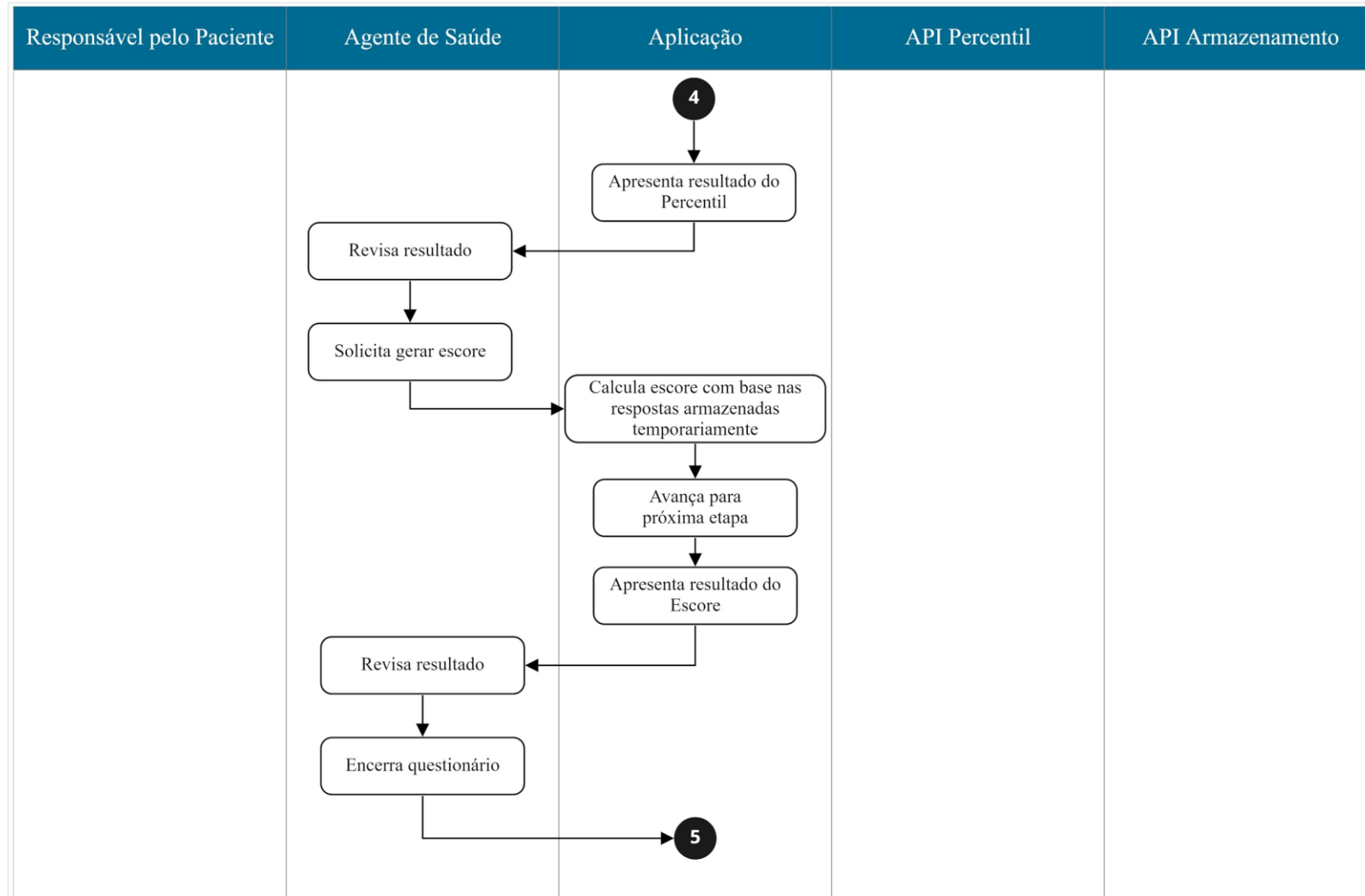


APÊNDICE C - Diagrama de Atividades Parte III



APÊNDICE D - Diagrama de Atividades Parte IV



APÊNDICE E - Diagrama de Atividades Parte V

APÊNDICE F - Diagrama de Atividades Parte Final

