



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

ImunizaBR: Aplicativo Móvel para Registro de Vacinação

Alexandre Vinhadelli Papadópoli
Ronicley Ramos Fontes

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Computação — Licenciatura

Orientador
Prof. Dr. Eduardo Adílio Pelinson Alchieri

Brasília
2016

Universidade de Brasília — UnB
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Curso de Computação — Licenciatura

Coordenador: Prof. Msc. Pedro Dourado Rezende

Banca examinadora composta por:

Prof. Dr. Eduardo Adílio Pelinson Alchieri (Orientador) — CIC/UnB
Prof. Dr. Edison Ishikawa — CIC/UnB
Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano — CIC/UnB

CIP — Catalogação Internacional na Publicação

Papadópolis, Alexandre Vinhadelli.

ImunizaBR: Aplicativo Móvel para Registro de Vacinação / Alexandre Vinhadelli Papadópolis, Ronicley Ramos Fontes. Brasília : UnB, 2016. 108 p. : il. ; 29,5 cm.

Monografia (Graduação) — Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

1. Vacina, 2. Imunização, 3. Mobilidade, 4. Registro de vacinas, 5. Aplicativos híbridos

CDU 004

Endereço: Universidade de Brasília
Campus Universitário Darcy Ribeiro — Asa Norte
CEP 70910-900
Brasília-DF — Brasil



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

ImunizaBR: Aplicativo Móvel para Registro de Vacinação

Alexandre Vinhadelli Papadópolis
Ronicley Ramos Fontes

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Computação — Licenciatura

Prof. Dr. Eduardo Adílio Pelinson Alchieri (Orientador)
CIC/UnB

Prof. Dr. Edison Ishikawa Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano
CIC/UnB CIC/UnB

Prof. Msc. Pedro Dourado Rezende
Coordenador do Curso de Computação — Licenciatura

Brasília, 07 de dezembro de 2016

Dedicatória

A meus pais, que me deram a vida e me fizeram Ser Humano. Aos meus filhos, a quem busco educar também pelo exemplo. À minha esposa, com quem formo um exército de dois.

Alexandre Vinhadelli Papadópolis

Dedico a Deus que me deu vida e a meus pais, José Lima Fontes e Helena Ramos Fontes, que me ensinaram os valores do respeito, trabalho e da fé em Deus.

Ronicley Ramos Fontes

Agradecimentos

Agradecemos a Deus em primeiro lugar, às nossas famílias e colegas de graduação, que contribuíram de forma decisiva para a conclusão deste trabalho.

Resumo

O nível de saneamento básico em centros urbanos do Brasil é baixo, exigindo de todas as esferas governamentais (federal, estadual e municipal), cuidados com a vacinação da população. Apesar das campanhas, investimentos e políticas públicas, que demonstram a importância do tema para o governo, os controles e estatísticas a seu respeito apoiam-se quase totalmente em registros escritos das aplicações de doses, fazendo uso de cadernos nos centros de imunização e de cadernetas de vacinação. Tal realidade diminui a precisão das estatísticas, compromete a eficácia das políticas públicas e campanhas de vacinação, aumenta o tempo médio de atendimento e causa desperdícios. Além disso, a perda da caderneta significa para as pessoas ficar sem o histórico de vacinação e sem eventuais agendamentos de doses e reforços. Este fato diminuindo a eficácia da vacina e aquele causando a revacinação.

Acreditamos que a pervasividade dos dispositivos móveis, *smartphones* e *tablets*, somada à popularização dos pontos de acesso sem fio à Internet, cria cenário favorável para o uso de aplicativos *mobile* que auxiliem as pessoas a manter seu registro das vacinas em outra mídia além do papel e, ainda que indiretamente, contribua também para os controles e estatísticas governamentais.

O objetivo deste trabalho é desenvolver e testar um aplicativo móvel para *smartphones* e *tablets* que registre as vacinas das pessoas e dos seus grupos familiares, verificando seus efeitos nas dificuldades relatadas.

Palavras-chave: Vacina, Imunização, Mobilidade, Registro de vacinas, Aplicativos híbridos

Abstract

The level of basic sanitation in urban centers in Brazil is low, requiring care at all levels of government (federal, state and municipal), with the vaccination of the population. Despite the campaigns, investments and public policies, which demonstrate the importance of the issue to the government, the controls and statistics about it rely almost entirely on written records of dose applications, making use of notebooks in immunization centers and Vaccination passbooks. Such a reality diminishes the accuracy of statistics, compromises the effectiveness of public policies and vaccination campaigns, increases the average time to attend and causes waste. In addition, the loss of the booklet means people are left with no vaccination history and no dose schedules and reinforcements. This fact diminishing the effectiveness of the vaccine and that causing the revaccination.

We believe that the pervasiveness of mobile devices, smartphones and tablets, coupled with the popularization of wireless access points to the Internet, creates a favorable scenario for the use of mobile applications that help people to Keep its record of vaccines in other media besides paper and, indirectly, also contributes to government controls and statistics.

The objective of this work is to develop and test a mobile application for smartphones and tablets that registers the vaccines of individuals and their family groups, verifying the effects on the reported difficulties.

Keywords: Vaccine, Immunization, Mobility, Vaccine registration, Hybrid applications

Sumário

1	Introdução	4
1.1	Delimitação e Justificativa	5
1.1.1	Motivação	6
1.2	Problema	6
1.3	Hipóteses	6
1.4	Objetivo	7
1.5	Tipo de Pesquisa	7
2	A Imunização e o Governo Eletrônico	8
2.1	Programa Nacional de Imunização (PNI)	8
2.2	Estratégia Saúde da Família (ESF)	10
2.3	Governo Eletrônico (e-GOV)	11
2.3.1	<i>Websites</i> e Redes Sociais	13
2.3.2	Bases de Dados do Governo	14
2.3.3	Benefícios das Tecnologias no Setor Público	14
2.3.4	Tecnologia da Informação na Área de Saúde	16
2.3.5	Calendário Nacional de Vacinação	20
2.3.6	Governança de TI	20
2.4	Conclusões do Capítulo	22
3	Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC)	23
3.1	Referencial Teórico	23
3.1.1	Teoria dos Sistemas	25
3.1.2	Engenharia de Software	25
3.1.3	Bancos de Dados	27
3.1.4	Bancos de Dados Relacionais <i>Structured Query Language</i> (SQL)	28
3.1.5	Bancos de Dados NoSQL	28
3.1.6	Bancos de Dados <i>Mobile</i>	28
3.1.7	Tecnologia <i>Mobile</i>	29

3.2	Sistemas Operacionais para Dispositivos Móveis	32
3.2.1	Android	33
3.2.2	iOS	33
3.2.3	<i>Windows Phone</i>	34
3.3	Conclusões do Capítulo	34
4	Metodologia	35
4.1	Plano de Trabalho	35
4.1.1	Aspectos Considerados	35
4.2	Levantamento de Requisitos	36
4.2.1	Requisitos de Usuários	36
4.2.2	Requisitos de Agentes de Saúde	42
4.2.3	Requisitos de Profissionais da Saúde	45
4.2.4	Consolidação e Seleção dos Requisitos	49
4.3	Concepção e Construção	49
4.3.1	Arquitetura	52
4.4	O Aplicativo ImunizaBR	56
4.4.1	Instalação, Registro e Acesso	56
4.4.2	Registro do Grupo Familiar	56
4.4.3	Registro de Vacinas	58
4.4.4	Calendário e Caderneta de Vacinação	60
4.4.5	Georreferenciamento e Geolocalização	61
4.4.6	Informações sobre o ImunizaBR	62
4.5	Conclusões do Capítulo	63
5	Avaliação de Resultados	64
5.1	Método de Avaliação	64
5.2	Consolidação dos Resultados	68
5.3	Validação das Hipóteses	69
5.4	Considerações	70
6	Conclusões	71
6.1	Considerações Finais	71
6.2	Revisão dos Objetivos	71
6.3	Trabalhos Futuros	72
	Referências	73
	Apêndice	77

A	Detalhamento do <i>software</i>	78
A.1	Documento de Visão	78
A.1.1	Introdução	78
A.1.2	Problema Abordado	79
A.1.3	Posicionamento do Produto	79
A.1.4	Descrição dos <i>Stakeholders</i>	79
A.2	Análise de Requisitos	79
A.2.1	Requisitos Funcionais	80
A.2.2	Requisitos Não Funcionais	80
A.3	Análise de Processos	82
A.3.1	Processo de Aplicação da Vacina	82
A.3.2	Processo de Gestão da Vacinação	82
A.4	Casos de Uso	84
A.4.1	Grupo Familiar	84
A.4.2	Registro de Vacina	85
A.4.3	Calendário de Vacina	86
A.4.4	Caderneta de Vacinação	87
A.4.5	Locais de Interesse e Postos de Vacinação	87
A.5	Estrutura de Dados	88
A.5.1	Estruturas do Banco de Dados Local	88
A.5.2	Estruturas Armazenadas no Cloudant Database	91
A.5.3	Estruturas Armazenadas no <i>Ionic Cloud</i>	91

Lista de Figuras

2.1	Diagrama Simplificado de Componentes do SI-PNI.	9
2.2	Calendário Nacional Vacinação 2016.	21
3.1	Esquema da proposta inicial da <i>World Wide Web</i> (WWW), elaborado por Tim Berners-Lee [6].	24
3.2	Projeção comparativa entre dispositivos móveis e <i>desktops</i> para Internets [38].	30
3.3	Adoção da tecnologia <i>mobile</i> em 2015, no Brasil e no mundos [38].	31
4.1	Uso da Caderneta de Vacinação por faixa etária.	37
4.2	Aplicação desnecessária de vacina por faixa etária.	38
4.3	Eficácia do aplicativo por faixa etária.	39
4.4	Interesse em instalar o aplicativo, por faixa etária.	39
4.5	Comparação das arquiteturas de desenvolvimento <i>mobile</i> [47].	53
4.6	Arquiteturas <i>mobile</i> [19].	53
4.7	Representação esquemática do conceito de “nuvem” [34].	55
4.8	Arquitetura do Aplicativo ImunizaBR.	56
4.9	Telas de autenticação e de registro.	57
4.10	Cadastramento do grupo familiar.	58
4.11	Registro de vacinas.	59
4.12	Agendamento e Caderneta de Vacinação.	60
4.13	Registro dos locais de interesse e localização dos postos de vacinação. . . .	61
4.14	Informações sobre o ImunizaBR.	63
A.1	Processo executado pelo usuário do SUS durante a vacinação.	83
A.2	Processo de gestão da vacinação regular e de campanhas.	83
A.3	Casos de uso de grupo familiar e registro de vacinas.	84
A.4	Casos de uso do calendário e da caderneta de vacinação.	86
A.5	Caso de uso dos postos de vacinação.	87

Lista de Tabelas

2.1	Avanço das Tecnologias na Saúde	18
4.1	Requisitos funcionais	50
4.2	Requisitos não funcionais	50
4.3	Problemas decorrentes da perda da Caderneta de Vacinação	50
4.4	Expectativas dos agentes de saúde sobre os benefícios trazidos pelo aplicativo	51
4.5	Requisitos e funcionalidades elencadas para implementação	51
5.1	Atendimento das expectativas quanto a requisitos funcionais e não funcionais	68
5.2	Lista decrescente de benefícios advindos com o uso do aplicativo	69
5.3	Lista decrescente de características desejadas para a próxima versão	69
A.1	Problema a ser abordado	79
A.2	Posicionamento do produto	80
A.3	Matriz de necessidades e responsabilidades dos <i>stakeholders</i>	80
A.4	Características de alto nível desejadas para o produto	81
A.5	Requisitos de funcionamento, armazenamento e integração	82

Lista de Abreviaturas e Siglas

API *Application Program Interface*, conjunto de padrões de programação para a oferta padronizada de recursos providos por um recurso computacional, dispensando a exigência de conhecer os detalhes da sua implementação. 55

BPMN *Business Process Model and Notation* - notação para modelo de processo de negócios, padrão de representação gráfica para modelagem de processos que busca prover uma notação de fácil entendimento por todos os envolvidos, tanto técnicos como gerenciais, servindo de ponte entre o projeto dos processos de negócio e sua implementação. 82

CGI Comitê Gestor da Internet, formado por representantes da comunidade científica e tecnológica, pessoas com notório saber em Internet, representantes do governo, do setor empresarial e do terceiro setor, que estabelece diretrizes estratégicas para o uso e o desenvolvimento da Internet no Brasil, bem como a alocação de endereços IP e a administração dos domínios “.br”. 13

CIT Comissão Intergestores Tripartite, considerada como inovação gerencial na política pública de saúde, termo que na realidade abrange diversas comissões responsáveis pela pactuação dos aspectos operacionais do SUS entre os governos municipais, estaduais e federal. 9, 10

CSS Acrônimo de *Cascade Style Sheets*. É utilizado para definir a apresentação de documentos HTML e separar o conteúdo do seu formato de exibição. 51, 52

e-GOV Governo Eletrônico, uma das principais formas de modernização do estado, que busca propiciar maior integração e transparência com cidadãos, empresas e outros governos, por meio de novas tecnologias para a prestação de serviços públicos. viii, 11

ERP *Enterprise Resource Planning*, sistema de informações que auxilia no gerenciamento dos processos de negócio de uma organização. 19

ESF Estratégia Saúde da Família, programa permanente do Governo Federal que visa à reorganização da atenção básica no Brasil de acordo com os princípios do SUS e tem como característica principal o uso de equipes multiprofissionais, formadas por médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem e agentes comunitários de saúde para promover a prevenção em saúde. viii, 10, 11, 26, 31, 48, 50, 79

HTML *HyperText Markup Language*. 23, 51, 52

JSON *Javascript Object Notation*, padrão aberto alternativo ao XML, que utiliza arquivos legíveis por seres humanos para troca ou armazenamento de dados e objetos na forma de pares “atributo=valor”, geralmente utilizados para comunicação entre clientes e servidores *web*. 29

PNI Programa Nacional de Imunização, programa permanente do Governo Federal sob responsabilidade do Ministério da Saúde, que tem por objetivo a oferta de vacinas à população, em especial às crianças e aos grupos considerados de risco, de forma regular e por meio de campanhas de vacinação. viii, 8, 9, 20, 25, 41, 78

REST *Representational State Transfer*, protocolo utilizado por *web services* para a troca de informações nos formatos XML, HTML, JSON, dentre outros. 55

SI-PNI Sistema de Informações do Programa Nacional de Imunização, responsável pelo registro das doses de imunobiológicos aplicadas em cada faixa etária para posterior verificação da cobertura vacinal em cada unidade básica, município, regional da secretaria estadual de saúde, estado e país. Fornece informações de rotina e de campanhas, taxa de abandono e envio dos boletins de imunização e pode ser utilizado em todos os níveis de governo: federal, estadual, regional e municipal. xi, 9–11, 68, 72

SQL *Structured Query Language*, linguagem de *script* declarativa, fortemente baseada na álgebra relacional, utilizada para a definição de esquemas de bancos de dados relacionais e manipulação dos dados neles contidos. viii, 27, 28

SUS Sistema Único de Saúde. 10, 14, 15, 79, 82

TIC Tecnologia da Informação e Comunicações. viii, 12, 13, 23, 24, 30, 34

UBS Unidade Básica de Saúde. 48, 50

WORA/WORE *write once, run anywhere/everywhere* – escreva uma vez e rode em qualquer/todo lugar, expressão originária de um *slogan* criado pela empresa Sun Microsystems (adquirida em 2009 pela Oracle, líder no segmento de banco de dados) para destacar a vantagem obtida com a portabilidade da linguagem Java. O desenvolvimento em Java gera código objeto executável em qualquer dispositivo equipado com a Java Virtual Machine (JVM). 52

WWW *World Wide Web*. xi, 10, 23, 24, 29

Capítulo 1

Introdução

A Imunologia é o estudo da imunidade, ou seja, dos eventos moleculares e celulares que ocorrem quando o organismo entra em contato com micro-organismos ou macromoléculas estranhas ao corpo humano presentes no ambiente externo [15].

No século XVIII, Edward Jenner descobriu a vacina antivariólica, a primeira de que se tem registro. Ele fez uma experiência comprovando que ao inocular uma secreção de alguém com a doença em outra pessoa saudável, essa desenvolvia sintomas muito mais brandos e tornava-se imune à patologia em si, ou seja, ficava protegida. Jenner desenvolveu a vacina a partir de outra doença, a *cowpox* (tipo de varíola que acometia as vacas), pois percebeu que as pessoas que ordenhavam as vacas adquiriam imunidade à varíola humana. Conseqüentemente, a palavra vacina, que em latim significa “de vaca”, por analogia, passou a designar todo o inóculo que tem capacidade de produzir anticorpos [10].

No Brasil, o registro de ocorrência de surtos e epidemias de febre amarela e dengue remontam ao ano de 1845, com grande número de casos graves, causadas pela introdução do mosquito *Aedes aegypti*, trazido pelos navios negreiros [37]. Além dessas doenças, a varíola, a tuberculose e a malária também assolavam os centros urbanos brasileiros no início do século XX. No Rio de Janeiro, o número de casos de febre amarela e varíola foi alarmante a ponto do então Presidente do Brasil, Rodrigues Alves, convocar o médico Oswaldo Cruz para controlar a varíola na população. A principal medida proposta por Cruz foi a criação de um programa nacional de imunização. Entretanto, a resistência ao programa e a tensão provocada pela lei, decretada em 1904, que autorizava medidas coercitivas para garantir a vacinação, fez a população ir às ruas e protestar de forma tão veemente que um dos levantes ficou conhecido como Revolta da Vacina. Em resposta às manifestações, o Governo tornou o comprovante de vacinação em documento obrigatório para a realização de casamentos e a matrícula em instituições de ensino [18] [48].

Apesar do histórico negativo, a mudança cultural, a disposição governamental e a necessidade de combater a varíola na década de 1960, fez com que a estratégia de combate

baseada em campanhas de vacinação alcançasse grande sucesso e conseguiu erradicá-la em 1971, ano em que foi notificado o último caso de varíola no Brasil. Em 1973, essa experiência culminou com a criação do Programa Nacional de Imunizações - PNI, responsável pelo combate sistemático a diversas doenças imunopreveníveis, tais como a poliomielite, hepatite A, difteria, coqueluche, febre amarela e outras tantas. O PNI é hoje referência mundial na prevenção dessas doenças, sendo modelo para diversos países e sugerido como modelo pela Organização Mundial da Saúde [16].

Antes mesmo da criação do PNI, o Estado de São Paulo já havia iniciado a atuação programática da imunização. Em 1968, relato de ações apresentado à Assembleia Legislativa registrava que o governo daquele Estado *"promoverá a intensificação das atividades de rotina, de modo a proporcionar à população imunizações sistemáticas e regulares, bem como colocará em uso a Caderneta Individual de Vacinações, que virá contribuir para valorizar, na opinião pública, esse valioso meio de proteção da saúde e prevenção de doença"* [45].

É importante observar que o uso da Caderneta de Vacinação teve seu uso introduzido por Oswaldo Cruz em 1904 e até hoje, mais de um século depois, continua sendo o principal meio de registro de doses e reforços de vacinas de crianças, jovens, adultos e idosos. Seu correto preenchimento, atualização e acompanhamento constante dos agendamentos nela registrados, garante a plena eficácia dos imunobiológicos.

Ao longo do tempo, a Caderneta de Vacinação sofreu alterações para também registrar outras informações, específicas para determinados grupos. Hoje, além dela, temos as Cadernetas de Saúde para crianças, para adolescentes, para gestantes e para idosos; as duas primeiras sendo divididas em versões para os gêneros masculino e feminino. A adoção das Cadernetas de Saúde se justifica por agrupar dados relevantes para a avaliação clínica do indivíduo (resultados de exames, variação biométrica, registro de consultas e vacinas, etc.); apresentar informações e orientações de interesse ao grupo de destino; oferecer espaço para anotações e impressões sobre o momento que estão vivendo; ajudar a esclarecer dúvidas mais frequentes.

1.1 Delimitação e Justificativa

As cadernetas de vacinação e de saúde, assim como qualquer outra forma de registro que têm o papel como suporte da informação, estão sujeitas à degradação por agentes nocivos, tanto físicos quanto químicos, entre eles a manipulação constante, armazenamento indevido, ação do tempo, umidade e excessiva exposição à luz, fazendo com que os registros fiquem ilegíveis [40] e se percam, a menos que sejam transferidos a tempo para outra caderneta. Outros riscos para os dados são a perda da caderneta e seu esquecimento quando a pessoa comparece ao posto de imunização [36].

A falta das informações registradas na caderneta de vacinação implica, principalmente, em dois problemas que afetam tanto indivíduos quanto governo. O primeiro é a revacinação (repetição desnecessária de doses ou reforços), que aumenta o tempo de atendimento, provoca o desperdício de doses e exige a elaboração de uma nova caderneta. O segundo, decorrente da perda dos agendamentos de doses e reforços, é o risco de perda da cobertura vacinal que deixa o indivíduo desprotegido para a ação da doença e frustra os objetivos das políticas de imunização.

O aspecto escolhido para este estudo é o da mitigação dos riscos de perda dos dados de vacinação de indivíduos e grupos familiares, por uso de um aplicativo para dispositivos móveis, também chamado de *app*, “aplicativo móvel” ou “aplicativo *mobile*”, que explore os recursos disponíveis em *smartphones* e *tablets* conectados à Internet para obter atualizações sobre os dados de vacinas, alertar sobre a proximidade de agendamentos e localizar postos de vacinação próximos à sua residência, trabalho ou escola. Por ser centrado no cidadão, não serão tratados aspectos sem relação direta com as necessidades e interesses desse perfil.

1.1.1 Motivação

A motivação central deste trabalho é a busca por ferramentas tecnológicas que permitam registrar dados associados à vacinação, assim como oferecer informações ao usuário, de forma mais segura, simples e rápida, alicerçada no aprendizado obtido ao longo da graduação.

1.2 Problema

É possível criar formas complementares às cadernetas de vacinação, evitando os problemas decorrentes da sua perda, esquecimento ou degradação, que afetam tanto o indivíduo quanto as secretarias de saúde municipais e estaduais?

1.3 Hipóteses

A partir da revisão teórica foram definidas as seguintes hipóteses para a pesquisa:

1. A utilização de um aplicativo móvel como forma complementar para registro de vacinas minimiza o risco de perda dos dados registrados na caderneta de vacinação.
2. A arquitetura híbrida de desenvolvimento *mobile* permite a implementação das funcionalidades necessárias ao aplicativo.

1.4 Objetivo

O objetivo geral deste estudo é desenvolver e testar um aplicativo para dispositivo móvel como forma complementar ao registro na Caderneta de Vacinação, na mitigação dos problemas advindos da sua perda, esquecimento ou degradação, que afetam tanto indivíduos quanto entidades de saúde.

Para atingir o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos, afetos tanto aos problemas identificados quanto à proposta de solução:

- Estudar ferramentas e soluções para desenvolvimento de aplicativos móveis;
- Elaborar aplicativo para dispositivo móvel usando a arquitetura híbrida de desenvolvimento *mobile*;
- Avaliar a eficiência da proposta na implementação de aplicativos móveis;
- Verificar a mitigação dos problemas relativos à perda, esquecimento ou degradação da Caderneta de Vacinação com o uso do aplicativo proposto.

1.5 Tipo de Pesquisa

Devido ao caráter prático, do ponto de vista clássico este estudo é do tipo “pesquisa aplicada”, pois a investigação é movida pela necessidade de contribuir para a solução de problemas concretos.

Quanto ao procedimento a ser utilizado, trata-se de “pesquisa experimental”, uma vez que serão criadas situações de controle para compreender e estabelecer a ação e a influência das variáveis previstas pelas hipóteses no cenário relatado neste Capítulo.

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma:

O Capítulo 2 trata da imunização no contexto do Governo Eletrônico (e-Gov).

O Capítulo 3 revisa os aspectos tecnológicos, na intenção de definir as ferramentas mais eficientes para o desenvolvimento do aplicativo proposto.

No Capítulo 4, objeto principal deste estudo, descreve-se a metodologia seguida.

O Capítulo 5 apresenta os resultados obtidos e sua análise.

No Capítulo 6 as conclusões são apresentadas, bem como sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

A Imunização e o Governo Eletrônico

2.1 Programa Nacional de Imunização (PNI)

No Brasil, desde o início do século XIX, as vacinas são utilizadas como medida de controle de doenças [15]. A atual política de imunização brasileira tem origem nos anos 60, com a criação do Programa Nacional de Imunização (PNI), motivado pela campanha de erradicação da varíola [55]. O PNI distribui mais de 300 milhões de doses anuais de 44 diferentes imunobiológicos, abrangendo vacinas, soros e imunoglobulinas. Conta com aproximadamente 34 mil salas de vacinação e 42 Centros de Referência em Imunobiológicos Especiais (CRIE), que atendem indivíduos portadores de condições clínicas especiais. O PNI utiliza variadas estratégias de vacinação, incluindo vacinação de rotina, campanhas, bloqueios vacinais e ações extramuros [15].

Desde a sua criação, o PNI adota uma visão integrada de imunização [5], contemplando toda a sociedade, inclusive as populações indígena e carcerária. O Programa prevê a instalação de laboratórios, gestão de técnicas na administração das doses e ações de educação em saúde [29]. As grandes campanhas nas décadas seguintes tiveram sucesso neste aspecto.

Um dos pilares de sustentação do PNI são as campanhas de vacinação que, de certa forma, são responsáveis por disseminar a cultura da vacinação no Brasil. Entretanto, nos últimos anos o governo tem encontrado dificuldades para atingir determinadas coberturas de imunização e várias campanhas têm sido prolongadas para atingir as metas estabelecidas pelo Ministério da Saúde, já se tornando comum as pessoas não procurarem as unidades de saúde no prazo estabelecido, contando com a prorrogação do término. Um exemplo é a vacinação contra a gripe de 2013 [26].

É consenso entre os profissionais da saúde que uma melhor coleta dos dados de vacinação pode dar maior confiabilidade às informações utilizadas no processo de importação

de matéria prima para produção de vacinas, aumentando sua eficiência e contribuindo para a continuidade de uma política de imunização de excelentes resultados no Brasil.

Para o PNI foi criado o Sistema de Informações do Programa Nacional de Imunização (SI-PNI), que tem por objetivo fundamental “possibilitar aos gestores envolvidos no programa uma avaliação dinâmica do risco quanto à ocorrência de surtos ou epidemias, a partir do registro dos imunos aplicados e do quantitativo populacional vacinado, que são agregados por faixa etária, em determinado período de tempo, em uma área geográfica. Por outro lado, possibilita também o controle do estoque de imunos necessário aos administradores que têm a incumbência de programar sua aquisição e distribuição”. [16]

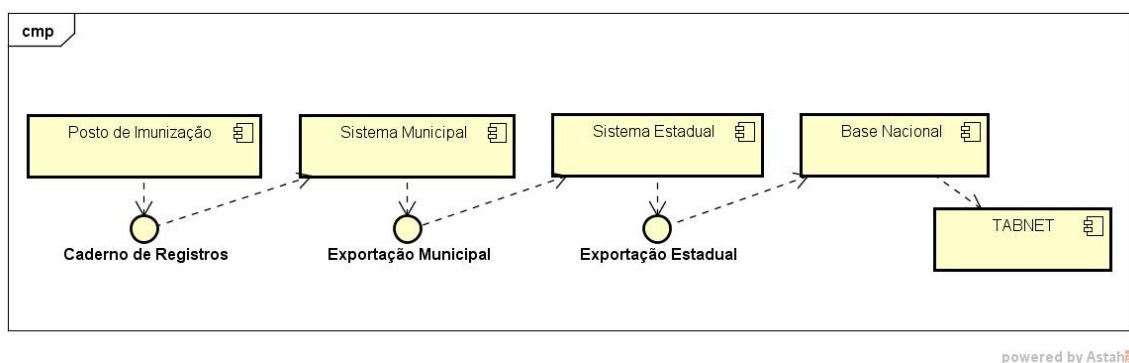


Figura 2.1: Diagrama Simplificado de Componentes do SI-PNI.

O diagrama apresentado na Figura 2.1 mostra, de forma simplificada, como o dado trafega desde a origem até sua disponibilização a nível nacional, feita principalmente por meio do TABNET, principal meio de obtenção de informações para “subsidiar análises objetivas da situação sanitária, tomadas de decisão baseadas em evidências e elaboração de programas de ações de saúde”. [17]

Importante para o contexto deste trabalho é destacar que todo o sistema, que envolve avaliação do risco de surtos ou epidemias, controle de estoque, aquisição e distribuição, é fundado no uso de cadernos como suporte inicial para registro dos dados de vacinação (feito pelos técnicos de enfermagem) e posterior elaboração dos boletins (feitos pelos profissionais de enfermagem) que serão utilizados para dar entrada no sistema municipal de informações sobre vacinação (em geral feitos por técnicos administrativos). A partir daí o tratamento é sempre eletrônico, sendo a informação exportada para o sistema estadual, que exporta para a base nacional, sob responsabilidade do MS, utilizada para a elaboração das estatísticas a nível federal.

O motivo da redundância de dados decorre de imposição da Comissão Intergestores Tripartite (CIT), pactuada a nível político, de que municípios e estados tenham seus próprios repositórios de dados. Devido à falta de garantias de que todos os municípios

brasileiros têm conectividade contínua e de qualidade à Internet, é também exigido pela CIT que a informação seja inicialmente registrada no município e não em um sistema WWW hospedado no Ministério da Saúde. Outra característica igualmente importante nesse processo é o uso pelos municípios de diferentes formas de identificação, podendo ser uma combinação do nome do indivíduo, data de nascimento e nome da mãe, um número gerado pelo município, um número gerado pelo estado ou ainda o número do Cartão SUS. As versões mais recentes do sistema municipal permitem a inserção do número do Cartão SUS, mas a falta de obrigatoriedade de preenchimento faz com que seja necessário grande esforço para higienizar a base de dados, ou seja, remover duplicações e outros tipos de erros associados à falta de uma chave de identificação unívoca.

O cenário relatado evidencia a impossibilidade de uso, pelo menos no modelo atual, das bases de dados do SI-PNI como ferramenta de auxílio ao cidadão para lembrar de agendamentos de doses e reforços a tomar, bem como para recuperar seus registros de vacina caso os perca. Da mesma forma, caso uma pessoa não seja usuária regular do posto de vacinação, não há como os técnicos de enfermagem verificarem sua situação vacinal, não havendo outra alternativa senão a revacinação.

2.2 Estratégia Saúde da Família (ESF)

Outro programa com destacada relevância para este tema é o Estratégia Saúde da Família (ESF), criado em 1994 para alcançar a saúde preventiva, modelo adotado na perspectiva de organizar e fortalecer o primeiro nível de atenção, organizando os serviços e orientando a prática profissional de atenção à família, ao invés do antigo enfoque curativo da saúde, e dando ênfase a prevenção de forma interativa com o indivíduo em seu meio social. Suas características são:

- Estratégia de reorientação do modelo assistencial, priorizando o atendimento preventivo ao invés do emergencial.
- Funcionamento com equipes multiprofissionais em unidades de saúde básica.
- Porta de entrada do Sistema Único de Saúde (SUS).
- Ações de caráter coletivo e individual, objetivando a promoção da educação em Saúde.

Em relação a estratégias anteriores, o grande avanço do ESF está na abordagem do indivíduo dentro de seu contexto social. Um dos seus pilares é o agente comunitário de

saúde, papel exercido por oriundos da própria comunidade atendida e, por isso, conhecedores de sua realidade. Essa estratégia aproxima a ação do Estado do cidadão e garante o acesso do agente à população.

Outro pilar é seu caráter preventivo, que visa desafogar as unidades de pronto atendimento, superlotadas por doenças como a hipertensão e o diabetes, facilmente controláveis pela prevenção.

Dentre as ações coletivas implementadas no ESF está a vacinação. Porém, o controle ainda é manual, com o antigo cartão de papel, prejudicando a rápida consolidação de dados, fator decisivo para que a prevenção de doenças tenha sucesso.

Com relação aos agentes de saúde que atuam no programa ESF, seu trabalho no contexto da vacinação consiste em consultar a situação vacinal das pessoas assistidas e encaminhar à unidade de saúde as que precisam iniciar ou completar o esquema vacinal, conforme os calendários de vacinação [15]. Igualmente ao SI-PNI, a eficácia do trabalho dos agentes de saúde depende da disponibilidade da Caderneta de Vacinação e da qualidade dos dados nela registradas.

2.3 Governo Eletrônico (e-GOV)

A literatura classifica as ações de governo eletrônico de acordo com os seguintes níveis de aderência: [25]

- Emergente: a presença do governo na Internet se dá por meio de pequeno número de sites oficiais, sendo a informação limitada e estática, falta a implementação de serviços tangíveis ao cidadão.
- Destacado: o conteúdo e as informações passam a ser atualizados com maior regularidade alguns serviços começam ser percebidos.
- Interativo: os usuários podem baixar formulários, contatar funcionários e encaminhar solicitações ou agendar contatos, nível considerado satisfatório dentro da realidade brasileira.
- Transacional: os usuários podem pagar por serviços e conduzir transações financeiras *online*, no setor público é útil para pagamento de impostos e taxas, contribui para a redução de filas.
- Contínuo: há total integração entre as funções informatizadas e os serviços, cortando as fronteiras administrativas e departamentais, raro nas instituições brasileiras.

No Brasil, desde meados da década de 1990 todos os níveis de governo implementam sistemas eletrônicos de informação voltados para a coleta, processamento e disseminação de informações de saúde, visando dar maior eficiência às políticas públicas do setor. O Governo Eletrônico (e-Gov) tem como premissa a aplicação de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC) na prestação de informações e serviços ao cidadão. A cada dia estão disponíveis novos serviços eletrônicos para a população, ofertados pelos governos estaduais, municipais e federal. Verifica-se também a introdução de tecnologias de ponta, como utilização de novos equipamentos de diagnóstico, telemedicina e prontuário eletrônico, numa velocidade nunca observada [49].

O uso da TIC permite solucionar problemas e otimizar processos que, em alguns casos, mesmo tendo um bom funcionamento, possuem diversos gargalos com grandes oportunidades de melhoria. Correto registro e uso adequado da informação são estratégicos para as sociedades atuais e estão geralmente ligadas ao conceito de governo eletrônico, que busca subsidiar as ações de serviço ao cidadão, elaboração de políticas públicas, racionalização do uso de recursos, aumento de eficiência, entre outros. As TICs também favorecem as políticas de responsabilidade ambiental dos diferentes tipos de negócio, colaborando para o uso racional dos recursos e para a redução dos custos [42].

O prontuário eletrônico, por exemplo, é uma das soluções mais interessantes em uso e, como trata dados e diagnósticos de pacientes, faz uso da certificação digital na assinatura dos médicos para garantir a privacidade dos pacientes e permite a implementação do conceito *paperless*, no qual todos os processos se dão eletronicamente, minimizando a ocupação de espaços com arquivos, gastos com papel, impressão, preservação dos documentos, etc.

Em 2015 foram entrevistadas 996 prefeituras e 620 órgãos públicos federais e estaduais. A amostra inicial de prefeituras foi ampliada em relação à primeira edição da pesquisa, realizada em 2013, e os resultados foram divulgados por um número maior de faixas de porte populacional dos municípios e por todas as regiões do País. “Com isso, conseguimos aprofundar o entendimento sobre as desigualdades entre as prefeituras no acesso e uso de TICs, insumos fundamentais para a implementação de políticas públicas destinadas a minimizar as desigualdades entre as organizações públicas brasileiras e melhorar suas atividades, sobretudo, nas dimensões de qualidade e eficiência do serviço público”, avalia Alexandre Barbosa, gerente do Cetic.br [20].

Dentre os recursos medidos em pesquisa, o mais citado pelas prefeituras brasileiras foi a existência de *web site* adaptado para dispositivos móveis 24%, seguido de transações e pagamentos 8%, envio de SMS para o cidadão 7%, recebimento de SMS enviado pelo cidadão 7%, aplicativos criados por empresas ou cidadãos a partir de dados disponibilizados pela prefeitura 6% e aplicativos criados pela prefeitura 4%.

Metade dos órgãos públicos federais e 42% dos estaduais disponibilizaram *web sites* adaptados para dispositivos móveis. Aplicativos criados pelo órgão público foram citados por 33% dos órgãos federais e 20% dos estaduais, sendo o Judiciário 39% e o Legislativo 34% os poderes que mais citaram esse tipo de iniciativa. Outros tópicos investigados pela pesquisa foram menos citados: aplicativos criados por empresas ou cidadãos a partir de dados disponibilizados pelo órgão público 19% dos federais e 11% dos estaduais e envio de SMS para o cidadão (11% dos federais e 10% dos estaduais) [13].

Os resultados indicam que o uso das tecnologias móveis para a oferta de serviços e informações à sociedade ainda é um desafio para o setor público, tendo em vista que quase metade dos brasileiros usavam a Internet pelo celular em 2014 de acordo com dados do Comitê Gestor da Internet (CGI) [9]. No Brasil, 81,5 milhões de pessoas utilizam a Internet pelo celular e 84% delas acessam a rede diariamente por estes dispositivos. Apesar disso, as organizações públicas no País ainda não oferecem muitos recursos para dispositivos móveis. A ampliação desse tipo de iniciativa pode facilitar o acesso a informações e serviços públicos pelos cidadãos [20].

A tecnologia *mobile* oferece uma infinidade de facilidades: compras, reserva de voos e hotéis, serviços bancários, controle de trânsito e deslocamento, etc. Porém, a oferta de serviços públicos via dispositivos móveis ainda é pequena quando comparada à necessidade. A sociedade exige serviços com maior qualidade e eficiência. Segundo dados do Portal do Governo Eletrônico do governo federal, é de 21% nos níveis federal e estadual e de 4% nas prefeituras. [13]

Um fator favorável ao desenvolvimento de *apps* pelos governos é a disseminação de *smartphones* e *tablets* em todas as camadas da população e o domínio da sua utilização pelas pessoas de todas as idades e classes sociais. Os contrapontos a esse fator decorrem do alto custo dos serviços móveis de acesso à Internet, comercialmente chamados de "planos 4G", a falta de cobertura em locais nem tão remotos. A solução intermediária é a oferta dos serviços também em outros meios. No caso dos controles de vacinas, isso significa a continuação do convívio entre as soluções automatizadas e as atuais, que utilizam cartões de papel e cadernos de registros. Outras áreas da administração pública utilizam esse modelo, sendo a Receita Federal o exemplo mais visível, mostrando sua viabilidade.

2.3.1 *Websites* e Redes Sociais

No que diz respeito à presença na Internet, a pesquisa TIC Governo Eletrônico 2015 mostra as disparidades por região do País. A proporção de prefeituras que possuem *web site* é praticamente universalizada nas regiões Sul (99%), Centro-Oeste (98%) e Sudeste (92%), enquanto a proporção é menor na região Norte (78%) e Nordeste (76%). Por outro lado, o indicador que mede a presença das prefeituras nas redes sociais apresenta

resultados menos discrepantes entre as regiões. A existência de perfil ou conta própria em redes sociais foi citada por 67% das prefeituras do Norte, 66% dos municípios do Nordeste, Sul e Centro-Oeste, e 64% do Sudeste. Entre as esferas de governo, o Executivo apresentou o menor percentual de presença na Internet por meio de um *web site*, que é de 91%. A pesquisa mostra que 92% dos órgãos públicos federais e 74% dos estaduais possuem perfil ou conta própria em redes sociais. No Judiciário, 99% dos órgãos possuem *web site* e 94% têm perfil em alguma rede social *online* [13].

2.3.2 Bases de Dados do Governo

Entender a metodologia de coleta de dados do governo é muito importante para nosso projeto, pois, quando é feito um levantamento de dados para a implantação de um sistema de informação deve-se escolher informações que possam esclarecer e fornecer requisitos para o desenvolvimento. Para o Governo, uma das tarefas mais importantes se refere ao cadastro de dados da população e existem diversas bases de dados para identificação do cidadão brasileiro, sendo mais conhecidos: Registro Civil de pessoas naturais em cartório, Cadastro de Pessoa Física (CPF), Registro Geral de identidade civil, Cartão Nacional de Saúde (CNS), também chamado de Cartão SUS [12].

Quando comparamos os diversos cadastros, é comum encontrar redundâncias de dados, fator que, em primeira análise, pode indicar desperdício de recursos. Entretanto, cada cadastro tem um objetivo específico e o baixo acoplamento entre os diversos sistemas fornece independência entre eles, facilitando sua manutenção.

Outra importante referência está contida no portal do DATASUS [14], onde encontramos padrões de interoperabilidade, normas e catálogos de serviços para a área de saúde. As informações e padrões de interoperabilidade em saúde lá encontradas são o conjunto mínimo de premissas, políticas e especificações técnicas que disciplinam o intercâmbio de informações entre os sistemas de saúde Federal, Municipais, Distrital e Estaduais, estabelecendo condições para a interação entre entes federativos e sociedade.

Uma das possibilidades deste projeto seria a integração do aplicativo proposto com as tecnologias já utilizadas pelo SUS, como por exemplo o Cartão SUS. Infelizmente, não será possível sua implementação, pois a solicitação de acesso por pessoas físicas não é aceita.

2.3.3 Benefícios das Tecnologias no Setor Público

No fórum M-gov Cidadania Móvel de 2006, já se tratava dos benefícios desse conjunto de tecnologias [11]: ubiquidade, economia de tempo, informação sob demanda e facilidade de utilização. Vejamos a definição desses termos:

- Ubiquidade: uso de diversas tecnologias digitais de forma combinada, ou seja, não há restrição ao uso exclusivo da tecnologia móvel, sendo também utilizados quaisquer outros recursos disponíveis ao cidadão.

Os serviços oferecidos pelo governo eletrônico podem ser utilizados em tempo real e de qualquer lugar, desde que coberto pelas redes móveis. Esta vantagem pode proporcionar a população, por exemplo, uma facilidade no atendimento, já que estreita o contato com o setor governamental e também facilita ao servidor público a prestação do serviço, reduzindo consideravelmente o tempo de espera do cidadão.

- Economia de tempo: proporciona a redução das filas, preenchimento e trânsito de formulários de papel, visita a órgãos públicos. Esses benefícios podem ser alcançados se eliminados os problemas decorrentes da perda do cartão de vacina.

O ganho de tempo não fica restrito ao cidadão, alcançando também a unidade de saúde. Com usuário melhor informado, será facilitado o atendimento da equipe de acolhimento, hoje responsável por identificar pacientes com pendências na situação vacinal antes de encaminhá-los para a sala de vacina.

Alcançará ainda a equipe da sala de vacinação pela redução nas filas, com consequente redução do tempo de atendimento e aumento do número diário de pessoas atendidas, evitando a superlotação das unidades de saúde que tanto prejudicam a humanização da assistência à saúde, um dos pontos preconizados pelo SUS.

- Informação sob demanda: de acordo com Tavares [54], é uma das vantagens trazida pelos dispositivos móveis aos cidadãos que necessitam de informações governamentais em um determinado momento. Por exemplo, a verificação de multas, lotes de imposto de renda, e a confirmação do pagamento de impostos [54].

Nesse sentido, a solução proposta fornecerá todas as informações de imunização do grupo familiar, contribuindo para a eficiência econômica dos processos de vacinação.

Outras ações, que extrapolam os muros dos centros de saúde, também podem ser beneficiadas, por exemplo a possibilidade de agendamento eletrônico de vacinação domiciliar, em caso de pacientes acamados e com dificuldade de locomoção [15].

- Facilidade de utilização: aplicativos *mobile* são, em geral, facilmente aprovadas pelos cidadãos [54]. Para tanto, é fundamental o desenvolvimento de uma interface amigável o suficiente para contemplar as limitações impostas pelo baixo índice de escolaridade e pela falta de um processo adequado de inclusão digital em determinadas regiões brasileiras.

Considerando esses e outros benefícios que surgiram com o tempo, além do desenvolvimento de novas aplicações fica claro que a relação digital do cidadão com o governo pode e deve ser ampliada para que sejam alcançados os níveis de atendimento reclamados pela população. Este trabalho tem como foco o controle da vacinação, mas acreditamos que a ideia pode ser estendida para outras ações.

2.3.4 Tecnologia da Informação na Área de Saúde

Segundo Hannan e Edwards [28], começamos a presenciar o advento de registros eletrônicos de saúde em muitos países. Além disso, os sistemas de informação estão sendo mais amplamente usados no apoio à saúde da população e nas atividades de saúde pública relacionados à prevenção e promoção de saúde, controle de doenças, vigilância e monitoramento.

Os sistemas de informação em uso na área da saúde podem ser genericamente classificados em três tipos:

- O primeiro é composto de sistemas limitados quanto ao objetivo e ao escopo. O mais comum é o sistema isolado (*stand alone*) direcionado a uma área específica de aplicação. Exemplos são aqueles dedicados para calcular a carga horária dos enfermeiros. Nos hospitais, os sistemas incluídos nesse grupo são direcionados a laboratórios, controle financeiro, radiologia, eletrocardiografia, controle de funções pulmonares, sistema de farmácia e nutrição. Na área da saúde pública, os sistemas de imunização podem ser considerados como outro bom exemplo dessa categoria e é nela que está enquadrada nossa proposta de aplicativo, dando ênfase que ele tenha um funcionamento local eficiente.
- O segundo tipo é formado por sistemas de informação hospitalar frequentemente ligados a uma rede de comunicação, formados por um componente clínico e um componente administrativo e financeiro. O componente geral de comunicação integra essas três grandes partes em um sistema de informação mais coeso. Um sistema típico de informação hospitalar nessa categoria tem pontos de acesso em cada posto de enfermagem e em outras áreas do hospital, unidos por meio de um ou mais computadores de grande porte. Em geral, são voltados para a prestação de cuidado intensivo e organizados de acordo com as funções dos departamentos.
- O uso do terceiro tipo, sistemas corporativos de informação em saúde, está em expansão nos ambientes de saúde. Tais sistemas capturam e armazenam informações mais completas, provenientes da assistência à saúde contínua realizada por diferentes organizações, usando um modelo integrado de prestação de serviços. Esses registros

são capturados e depositados em diversos tipos de mídia, incluindo som, imagem, animação e impressão. Os registros podem ser armazenados de modo central, em um formato total e abstrato, usando a abordagem de *data warehouse* – sistemas gerenciais que realizam tratamento de dados armazenados. Como alternativa, esses registros podem ser fisicamente armazenados no ponto de captura e ligados a um registro virtual, que será unido somente quando for solicitado para atender à demanda dos cuidados. Esses sistemas são caracterizados por dar ênfase ao paciente que está recebendo cuidado em diversos setores (por exemplo, ambulatório, unidade de tratamento intensivo, internação de longa permanência), com uma estrutura comum e organizada. Um pressuposto implícito no desenvolvimento de um sistema de informações hospitalares é a habilidade de fornecer o dado completo, exato e no momento adequado para que a pessoa que esteja prestando a assistência possa desempenhar sua tarefa com maior qualidade e com melhor razão custo/ benefício.

Nas ações de vigilância estão inseridos o programa de vacinação, outros programas de controle de doenças e ações educativas que, no Brasil, são executadas pelos agentes de vigilância, responsáveis pela fiscalização de focos de doenças, como é o caso da dengue. Outro grupo de trabalho é formado pelos agentes de saúde comunitários ligados ao programa de saúde da família.

Nos ambientes hospitalares é comum encontrar centenas de diferentes aplicações, sendo os de informatização hospitalar geralmente complexos, de alto custo e de difícil desenvolvimento e implementação. Assim, faz-se necessário um posicionamento estratégico das organizações da área da saúde para o tratamento dos recursos informacionais, bem como a escolha de ferramentas capazes de trazer os benefícios esperados para essas organizações [42].

O nosso objetivo com este projeto é, relativamente ao controle de vacinação, atender especificamente a essa demanda, com foco na participação do usuário. A tecnologia da informação inserida no sistema de saúde por meio do governo eletrônico é fundamental nesse processo de modernização dos serviços de saúde.

O gerenciamento estratégico da informação implica considerar três questões: a necessidade de se definir uma estratégia; a capacidade para compreender e executar a estratégia definida; e a capacidade para integrar definição e execução de forma efetiva [39].

Na Tabela 2.1 temos um breve histórico sobre a chegada de algumas tecnologias na área de saúde ao Brasil.

- HIS (*Hospital Information System*): destinados a integrar o maior número de dados de organizações. Se a rede particular de saúde já têm seu funcionamento consolidado, na rede pública ainda são encontradas muitas lacunas, apesar do longo tempo

Tabela 2.1: Avanço das Tecnologias na Saúde

Ano	Tecnologia
1992	HIS (<i>Hospital Information System</i>)
1998	Prescrição Eletrônica do Médico
2000	Portal de Informações Gerenciais
2002	BI – <i>Business Intelligence</i>
2003	PACS – <i>Picture Archiving and Communication Systems</i>
2007	BSC – <i>Balanced Score Card</i>
2007	Farmácia sem papel
2008	Mobilidade
2009	Certificação Digital
2010	Tecnologia sem papel
2011	3ª fase do HIS

após a chegada ao Brasil. Falta, por exemplo, a integração dos sistemas de compras de muitos municípios e estados, provocando grande desperdício de recursos, falta e perda de materiais. O aplicativo aqui proposto tem relação indireta com esses sistemas, visto que as doses para imunização não são normalmente originárias desses sistemas, mas todos os outros insumos para equipar a sala de vacinas são: luvas, aventais, cadeiras, computadores, seringas. Recentemente, a vacinação na rede pública do Distrito Federal foi suspensa por falta de seringas. A justificativa do então Secretário de Saúde foi a prorrogação do calendário de vacinação, o que deixa clara a falta de planejamento, provavelmente pela falta de dados ou pela sua análise inadequada [26].

- Prescrição Eletrônica do Médico: surgimento dos prontuários eletrônicos mesmo já possuindo quase 20 anos que chegaram no Brasil na rede pública ainda muitos municípios não possuem nada, há locais por exemplo no norte e nordeste que a estrutura tecnológica na área da saúde é praticamente inexistente.
- Portal de Informações Gerenciais: Evolução do HIS (*Hospital Information System*) com ênfase nos processos de gestão, outro passa em que a rede pública está muito atrasada.
- BI – *Business Intelligence*: Serviços da área da saúde começam a fazer planejamento estratégico com os dados gerenciais obtidos nos níveis anteriores de sistemas. Não é preciso fazer muitos comentários sobre o atraso estratégico da rede pública brasileira, tendo em vista a menção acima sobre a falta de materiais básicos, como seringas.

- *PACS – Picture Archiving and Communication Systems*: Instituições armazenam e gerenciam seus exames de diagnóstico por imagem de forma eletrônica. Apesar de não ser relevante para este estudo, é necessária sua menção, pois faz parte do desenvolvimento de sistemas para área de saúde ao longo dos últimos anos.
- *BSC – Balanced Score Card*: Hospitais adotam ferramentas para medir desempenho, outro sistema que não faz parte do nosso foco de estudo, mas que foi mencionado para mostrar a preocupação dos agentes administrativos com a eficiência dos serviços na área de Saúde.
- Farmácia sem papel: *Enterprise Resource Plannings* (ERPs) são integrados ao setor de farmácia com objetivo de otimizar processos e aumentar segurança na dispensação de medicamentos, mas uma medida visando a eficiência e aqui chamamos a atenção para a substituição do papel pelo meio eletrônico de controle, um dos objetivos do nosso projeto.
- Mobilidade: Uso de tecnologia móvel dentro e fora das instituições de saúde. Esse é o foco deste estudo e, mesmo sendo verdade que a popularização dessa tecnologia é recente no nosso país, chama a atenção termos tão poucas aplicações em uso no Brasil, quando comparamos ao potencial de desenvolvimento. As unidades de saúde ainda utilizam vários cartões em papel como por exemplo: cartão da gestante, cartão do hipertenso, cartão da menina, cartão do menino, cartão do diabético, cartão de vacinação, etc.
- Certificação Digital: Método traz mais segurança para a prescrição eletrônica principalmente para obtenção de laudos e medicamentos, substituindo a assinatura física do médico.
- Tecnologia sem papel: Automação contínua de processos reduz custo operacional e melhora o desempenho das equipes assistenciais e administrativas dos hospitais, nosso projeto mobile para imunização está inserido nessa tecnologia.
- 3ª fase do HIS (*Hospital Information System*): Integração de informação entre redes de hospitais. Um bom exemplo de solução que utiliza esse conceito é o aplicativo e-Transplante. Trata-se de um software que recebe dados detalhados sobre os doadores e envia em tempo real para os *smartphones* das equipes médicas dos receptores, por ordem de prioridade, aguardando a resposta de aceite ou recusa do órgão no prazo de uma hora. Com esse aplicativo é enviado todo o detalhamento necessário para várias equipes médicas, ao mesmo tempo, garantindo o melhor aproveitamento de órgãos [24].

2.3.5 Calendário Nacional de Vacinação

As vacinas ofertadas na rotina dos serviços de saúde são definidas em calendários de vacinação, nos quais estão estabelecidos:

- Os tipos de vacina;
- O número de doses do esquema básico e dos reforços;
- A idade para a administração de cada dose; e
- O intervalo entre uma dose e outra no caso do imunobiológico cuja proteção exija mais de uma dose.

Considerando o risco, a vulnerabilidade e as especificidades sociais, o PNI define calendários de vacinação com orientações específicas para crianças, adolescentes, adultos, gestantes, idosos e indígenas (Figura 2.2). As vacinas recomendadas para as crianças tem por objetivo proteger esse grupo o mais precocemente possível, garantindo o esquema básico completo no primeiro ano de vida e os reforços e as demais vacinações nos anos posteriores. Os calendários são atualizados por portaria anualmente.

2.3.6 Governança de TI

O avanço do governo eletrônico é diretamente influenciado pela governança de TI. Os recursos de TI devem aumentar a eficiência das organizações e o investimento precisa ser estratégico. Por muito tempo empresas e governos conseguiram sobreviver com processos administrativamente deficientes. Entretanto, essa prática não é mais possível e se faz necessário dar nova roupagem a diversos métodos utilizados pelo governo, como é o caso dos controles em papel de vacinas. A proposta deste estudo se baseia no uso de plataformas móveis sem, obviamente, pretender alterar os passos do processo já consolidado. Na verdade, a proposta que fazemos se restringe a complementar, por meio da automação, o registro hoje feito em papel. Claro que, com sua implantação, a dinâmica da tecnologia tem potencial para provocar uma natural otimização do processo de vacinação, podendo inclusive atingir outros públicos recentemente incluídos no calendário de vacinação.

Por vezes, a governança de TI é impactada por diretrizes, normas ou leis às quais a organização se submete. No setor público essa realidade é reforçada pelo fator político, o que agrega significativa complexidade na execução das ações. Na área empresarial, organizações com sólida governança de TI tem um valor de mercado bem maior.

Os governos têm grandes limitações de mão-de-obra especializada, capaz de exercer de forma efetiva a governança de TI. Ademais, a maior parte das instituições públicas

CALENDÁRIO NACIONAL DE VACINAÇÃO															
Grupo Alvo	Idade	BCG	Hepatite B	Penta/DTP	VIP/VOP	Pneumocócica 10V (conjugada)	Rotavírus Humano	Meningocócica C (conjugada)	Febre Amarela	Hepatite A	Triplice Viral	Tetra Viral*	HPV	Dupla Adulto	dTpa**
Crianças	Ao nascer	Dose única	Dose ao nascer												
	2 meses			1ª dose	1ª dose (com VIP)	1ª dose	1ª dose								
	3 meses							1ª dose							
	4 meses			2ª dose	2ª dose (com VIP)	2ª dose	2ª dose								
	5 meses							2ª dose							
	6 meses			3ª dose	3ª dose (com VIP)										
	9 meses								Uma dose						
	12 meses							Reforço			1ª dose				
	15 meses				1ª reforço (com DTP)	1ª reforço (com VOP)				Uma dose		Uma dose			
	4 anos				2ª reforço (com DTP)	2ª reforço (com VOP)			Reforço						
	9 anos														
	Adolescente	10 a 19 anos		3 doses (a depender da situação vacinal)								2 doses		2 doses (9 a 13 anos)	Reforço a cada (10 anos)
Adulto	20 a 59 anos		3 doses (a depender da situação vacinal)								1 dose (até 49 anos)			Reforço a cada (10 anos)	
Idoso	60 anos ou mais		3 doses (a depender da situação vacinal)											Reforço a cada (10 anos)	
Gestante			3 doses (a depender da situação vacinal)											3 doses (a depender da situação vacinal)	Uma dose a cada gestação entre a 27ª e a 36ª semana

*A vacina tetra viral corresponde à segunda dose da triplice viral e à dose da vacina varicela.

** A vacina dTpa também será oferecida para profissionais de saúde que atuam em maternidade e em unidade de internação neonatal (UNI/UCI convencional e UCI sangüneo) atendendo recém-nascidos e crianças menores de 1 ano de idade. Para informações adicionais recomenda-se consultar a Instrução Normativa do Calendário Nacional de Vacinação disponível no seguinte endereço www.saude.gov.br

Figura 2.2: Calendário Nacional Vacinação 2016.

executa suas ações de TI com pessoal terceirizado, prejudicando a aderência com as ações estratégicas e dificultando a definição dos processos que devem ser automatizados. A referência mundial nesse assunto é o Cobit, *framework* de implementação da governança de TI, que estabelece um conjunto de melhores práticas para a construção da governança efetiva em benefício dos *stakeholders*). Em nosso trabalho, essa dificuldade será menor, haja vista que o processo de imunização está consolidado nos aspectos legais, normativos e operacionais.

Para evitar obstáculos intransponíveis e garantir o alcance dos objetivos propostos, esta pesquisa buscará, tanto quanto possível, minimizar a dependência de recursos governamentais.

2.4 Conclusões do Capítulo

Neste capítulo concluímos acerca da importância do Programa Nacional de Imunização (PNI) para o Brasil e, em especial, observamos a necessidade de sua modernização tecnológica para que se enquadre dentro das novas necessidades da população. Foi também observada a necessidade urgente da automação de processos na área de saúde pública, corroborando os objetivos deste trabalho, que propõe o registro de dados de imunização por meio de aplicativo *mobile*.

O próximo capítulo tratará da Tecnologia da Informação e Comunicações.

Capítulo 3

Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC)

Este capítulo aborda de forma resumida aspectos de tecnologia da informação relevantes ao estudo, dando destaque para a tecnologia *mobile*.

3.1 Referencial Teórico

As TICs fazem uso intensivo da computação para os processos de registro, processamento e transferência de dados. A realidade atual tem início em meados de 1946 com a arquitetura de Von Neumann, base de todos os computadores modernos. Depois disso vieram sucessivas gerações de computadores, até chegarmos aos modernos, versáteis e potentes *smartphones*, capazes de integrar diversas aplicações para serviços e entretenimento. Em paralelo, os meios de transmissão de sinais foram continuamente melhorados. Essa série de descobertas deu origem a redes de comunicações que inicialmente utilizavam a infraestrutura das redes de telefonia.

A Internet surgiu por iniciativa militar, em plena guerra fria, como alternativa de comunicação em caso de destruição dos meios convencionais por ataque inimigo. Nas décadas de 70 e 80, a Internet migrou para um importante meio de comunicação acadêmica entre universidades americanas e, em 1989, o engenheiro inglês Tim Bernes-Lee fez a proposta inicial da WWW (Figura 3.1), baseada no *HyperText Markup Language* (HTML), visando a disseminação do conhecimento. A partir deste momento, a Internet cresceu em ritmo acelerado, sendo considerada por muitos a maior criação tecnológica depois da televisão na década de 1950 [50]. Na década de 90 ocorreu a grande expansão da Internet com o surgimento de vários navegadores que facilitam o acesso à rede e a multiplicação de provedores de acesso. A “grande rede” começou a prestar inúmeros serviços aos usuários comuns e alcançou a população em geral.

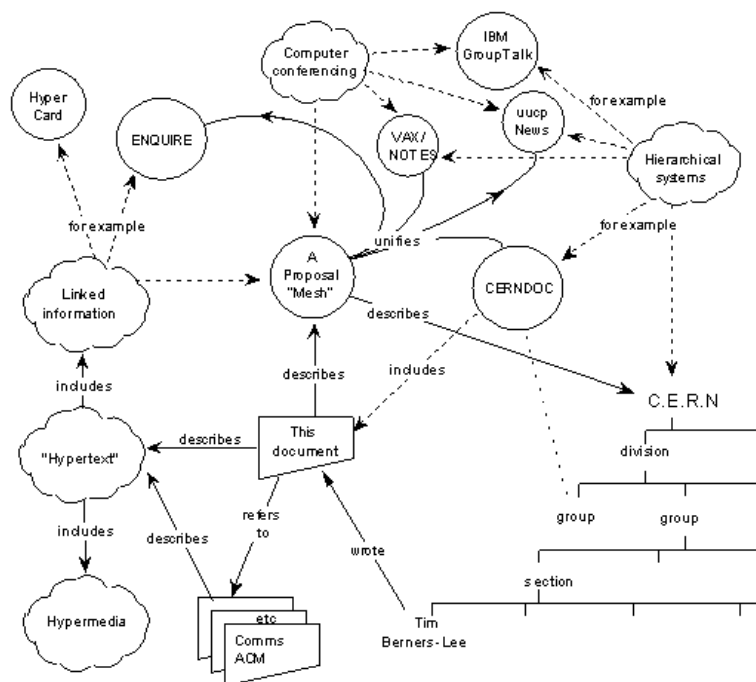


Figura 3.1: Esquema da proposta inicial da WWW, elaborado por Tim Berners-Lee [6].

Por volta de 2006, criam corpo no Brasil as redes sociais e o Orkut se populariza. Nos anos seguintes, novas redes como o Facebook e o Twitter passa a ser utilizadas. Mais recentemente, surgiram outras redes sociais, concebidas para a tecnologia *mobile*, sendo hoje utilizadas em todo o planeta para entretenimento e prestação de serviços.

Ao passo da evolução tecnológica, surgiu uma infinidade de sistemas de informação baseados em TICs para a gestão estratégica, tática e operacional, tanto transacionais quanto gerenciais. No setor governamental, em particular na área de saúde, são largamente utilizados sistemas para consulta a resultados de exames, automação de prontuários médicos, gestão dos dados da população atendida, entre diversos outros, que buscam aumentar a eficiência no atendimento.

Este estudo concentra-se, com base nas deficiências inerentes ao papel como suporte informacional, no registro dos dados de imunização por meio da tecnologia *mobile*, utilizada em larga escala na oferta de serviços públicos e privados, a exemplo dos controles de trânsito (evitando engarrafamentos) e de segurança pública (aplicativo para mulheres vítimas de violência com botão de pânico). Assim sendo, faz-se necessário revisar alguns conceitos de sistemas de informação.

3.1.1 Teoria dos Sistemas

Para Ralha [44], sistema é um conjunto de elementos, materiais ou ideais, entre os quais se possa encontrar ou definir alguma relação, formando um todo organizado ou complexo. Um conjunto ou combinação de coisas ou partes, formando um todo complexo ou unitário. No campo informacional, a Teoria dos Sistemas é fundamental para a compreensão do fluxo de informações, bem como a relação entre esses dados de sistemas diferentes. Ela fornece subsídio para direcionar a execução das ações.

Resultante do estudo realizado pelo biólogo alemão Ludwig von Bertalanffy na década de 50, a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) [7] aborda as questões científicas e empíricas (ou pragmáticas) dos sistemas e está hoje integrada às várias ciências, naturais e sociais. Como resultado, tornou-se uma forma mais ampla de estudar os campos não-físicos do conhecimento científico, especialmente as Ciências Sociais. Surgida como uma teoria dos sistemas biológicos, econômicos ou mecânicos, funda-se em princípios unificadores que apontam para um objetivo maior: a unidade da ciência.

Neste estudo é imprescindível a aplicação da visão holística defendida por Bertalanffy no processo de imunização, para que o aplicativo proposto tenha com ele uma relação sinérgica. Por esse motivo foi necessário detalhar o PNI no Capítulo 2, explicitando o contexto, as funções e os atores envolvidos.

3.1.2 Engenharia de Software

Para implementação do aplicativo proposto neste trabalho faz-se necessário revisar os conceitos da Engenharia de Software, fundamentais para a escolha do modelo de desenvolvimento adequado.

A Engenharia de Software apropriou-se do conceito de sistema, agregando metodologias de planejamento na produção de software, sem deixar de lado aspectos da engenharia na produção das soluções. Segundo Paula Filho [41] software é a parte programável de um sistema de informática; realiza estruturas complexas, flexíveis que trazem funções e valor ao sistema.

O processo de *software* pode ser classificado em 3 tipos básicos, de acordo com o ciclo de vida do desenvolvimento: Sequencial, Iterativo e Espiral. Combinados, esses tipos formam outros. A escolha adequada é muito importante para o sucesso; um erro em qualquer das fases pode comprometer tanto a qualidade, quanto o prazo e o custo estimado. Para dar maior segurança ao desenvolvimento, há diversos *frameworks* baseados em boas práticas, resultantes de pesquisas e experiências prévias.

Um dos principais fatores utilizados para a seleção do ciclo de vida é o conhecimento das partes interessadas (*stakeholders*), seus anseios, receios e expectativas. Neste estudo,

serão consideradas partes interessadas os possíveis usuários do aplicativo e os agentes e profissionais de saúde. No caso dos usuários, buscar-se-á ampliar seus perfis etários e de gênero. Apesar disso, será dada especial atenção aos participantes do programa ESF, encontrados predominantemente em regiões de vulnerabilidade social. Para tanto, contamos com o apoio das equipes do Centro de Saúde 12 de Ceilândia, principalmente dos agentes comunitários de saúde, que mantém contato direto com essa população e que assim podem trabalhar como multiplicadores desta ideia.

Revisemos algumas características dos modelos de ciclo de vida de software.

Modelos de Ciclo de Vida de Software

- Sequencial:
 - Modelo Clássico de desenvolvimento de software;
 - Modelo Linear e Sequencial;
 - Inicia com a identificação dos requisitos;
 - Termina com a verificação do software desenvolvido;
 - Desenvolvimento progride por um número de fases representado por um diagrama em V ou por uma cascata, existem diversas variações desse modelo;
- Iterativo:
 - Não inicia com todos os requisitos especificados;
 - Início com requisitos parciais;
 - Novos requisitos são posteriormente identificados;
- Espiral:
 - Variação do processo iterativo;
 - Enfatiza a análise de riscos;
 - Enfatiza a participação do cliente;
 - * Planejamento conjunto com o cliente;
 - * Atividades de engenharia;
 - * Avaliação constante do cliente;

Considerando que produto deste projeto complementa a Caderneta de Vacinação e, portanto, está inserida no contexto das políticas públicas de imunização, é imperativo que o modelo escolhido permita a revisão de requisitos alterados por mudanças de legislação.

Sem essa flexibilidade, a ferramenta aqui proposta pode tornar-se obsoleta em pouco tempo.

Ao mesmo tempo, precisamos levar em consideração o aspecto acadêmico deste trabalho e que, por isso, ele tem suas limitações. Portanto, o projeto terá seu escopo limitado ao mínimo necessário para validar as hipóteses levantadas neste estudo, que consistem em verificar a possibilidade de registro de dados referentes a programas de imunização no Brasil por meio de um aplicativo implementado com a arquitetura híbrida de desenvolvimento *mobile*.

Devido à natureza acadêmica deste estudo, a escolha do modelo recai sobre os métodos ágeis, mais iterativos e flexíveis devido à implementação baseada em prioridades e à constante revisão de requisitos.

- Características de processos ágeis de desenvolvimento;
 - Poucas regras, práticas e documentos;
 - Comunicação oral;
 - Forte colaboração entre os desenvolvedores;
 - Equipes com poucos desenvolvedores;
 - Desenvolvedores trabalhando no mesmo espaço físico;

- Exemplos de processos ágeis de desenvolvimento
 - *Extreme Programming* (XP);
 - *Scrum*;
 - *Feature Driven development*;

3.1.3 Bancos de Dados

Neste tópico vamos tratar de forma breve conceitos e alternativas de bancos de dados, tema fundamental para qualquer sistema automatizado de informações, que tem sua origem na organização de elementos reais. Ele é o equivalente eletrônico dos antigos arquivos em papel armazenados em armários nos escritórios. Segundo (ELMASRI) [23] “um banco de dados é uma coleção de dados relacionados”. As principais formas de representação de bancos de dados são: relacional e não relacional. A partir da década de 1970, as tecnologias de bancos de dados eram predominantemente relacionais, com destaque para o uso da SQL, linguagem de *script* declarativa fortemente baseada na álgebra relacional.

3.1.4 Bancos de Dados Relacionais SQL

Como o próprio nome sugere, bancos de dados relacionais são caracterizados pelas relações entre as tabelas, formadas por tuplas não necessariamente ordenadas, que são instâncias do esquema da tabela e armazenam os valores assumidos pelos atributos. Para que as manipulações das tabelas sejam realizadas corretamente, dois fundamentos devem ser observados: O atributo chave (primária ou estrangeira) e a integridade [3].

A chave primária é um dos atributos da tupla, ou combinação deles, cujos valores distinguem univocamente cada tupla da tabela, evitando ambiguidades. Como índice, ela também serve para representar uma entidade ao se fazer associações mais complexas [22]. A chave estrangeira tem o mesmo valor de uma chave primária, sendo utilizada para implementar relacionamentos entre tabelas.

A integridade dos dados é um dos requisitos primordiais de um banco de dados. Os dados de um banco são considerados íntegros quando retém de maneira correta o que estão querendo representar e são consistentes entre si.

3.1.5 Bancos de Dados NoSQL

Conjunto de conceitos que permitem o processamento de dados de forma rápida e eficiente com foco na performance. É um modelo alternativo pensado para se modelar os dados sem ter que seguir os rígidos padrões do modelo relacional. Os bancos de dados NoSQL aplicáveis a este estudo são os que têm uma arquitetura distribuída, composta por *clusters* de servidores nos quais os dados são replicados. A redundância de dados em vários servidores torna o sistema tolerante à falha de um deles e propicia a escalabilidade pela inclusão de novos servidores no *clusters* [2] [3].

3.1.6 Bancos de Dados *Mobile*

A principal característica dos sistemas gerenciadores de banco de dados (SGBD) *mobile* é que eles continuam funcionando mesmo sem conexão entre cliente e servidor, atuando o cliente nesse caso como banco de dados local. Podemos citar como exemplo os seguintes SGBDs móveis: *Oracle Lite Mobile*, *DB2 Everyplace*, *SQLite*, *CouchDB*, *Sybase SQL Anywhere* e *PouchDB*. Todos dispõem de bibliotecas locais para facilitar o desenvolvimento, funcionando como “mini” SGBDs com arquivos locais no cliente, nos quais são realizadas operações de escrita e leitura.

O *SQLite* permite a criação de tabelas manipuladas por comandos *INSERT*, *UPDATE* e *DELETE* e as consultas são feitas pelo *SELECT* [8], atendendo à maior parte do padrão SQL ANSI 92.

Outro exemplo é o CouchDB, banco de dados NoSQL que usa o formato *Javascript Object Notation* (JSON) para armazenar os dados, a linguagem *Javascript* para consultas, o MapReduce para recuperação de dados e um protocolo próprio de replicação, o *Couch Replication Protocol* [4] que busca dar confiabilidade à replicação entre diferentes instâncias do banco e à sincronização de dados entre dispositivos *mobile* e bancos de dados na nuvem. Foi lançado em 2005 e tornou-se projeto da Apache em 2008.

Ao contrário de um banco de dados relacional, o CouchDB não armazena os dados e relacionamentos em tabelas. Cada banco de dados é uma coleção de documentos independentes, e cada documento mantém seus próprios dados e esquemas. Uma aplicação pode acessar vários bancos de dados, por exemplo, no *smartphone* do usuário e outros em servidores remotos. Os metadados do documento contém informações de revisão, possibilitando mesclar quaisquer diferenças que possam ter ocorrido enquanto os bancos de dados estavam desconectados. Esse banco implementa uma forma de controle de concorrência multiversão (MVCC), a fim de evitar a necessidade de travar o arquivo de banco de dados durante as gravações. Os conflitos são deixados para a aplicação resolver. Um conflito geralmente envolve a primeira mesclagem de dados em um dos documentos, apagando o antigo.

Com base no CouchDB, a IBM desenvolveu um produto para oferecer seus recursos no conceito de *Database as a Service (DBaaS)*, de forma gratuita ou cobrando valores mensais para sua utilização na nuvem, a depender do consumo [31]. Adicionalmente às características herdadas, no Cloudbant Database estão disponíveis APIs para diversas finalidades, uma delas para sincronização com bases de dados de dispositivos móveis.

O PouchDB, também derivado do CouchDB, é um banco de dados de código aberto manipulado por meio do Javascript, projetado para funcionar integrado ao navegador WWW, permitindo a sincronização automática com bases remotas quando há conectividade com a Internet ou, na sua falta, armazenando os dados do usuário localmente. É suportado por todos os navegadores modernos, usando preferencialmente o IndexedDB se o navegador suportá-lo ou, caso contrário, o WebSQL [43]. Os *containers* Apache Cordova, Adobe Phonegap, NW.js, *Electron* e extensões do navegador *Google Chrome* suportam o PouchDB.

Devido à integração do *Ionic* [33] com o PouchDB e deste com o Cloudbant Database, essa foi a alternativa escolhida para o armazenamento local e remoto.

3.1.7 Tecnologia *Mobile*

Neste tópico vamos conceituar de forma breve a tecnologia *mobile* e exemplificar suas possibilidades. A mobilidade caracteriza-se pelo uso de dispositivos móveis que através da

convergência tecnológica, disponibiliza comunicação e informação instantânea via texto, imagem, vídeo, além de recursos de gerenciamento, como agenda e notícias [56].

A tecnologia *mobile* ganhou forte impulso nos últimos anos com a redução do tamanho de processadores, memórias e componentes eletrônicos. Em geral os antigos celulares foram transformados em computadores de excelente desempenho. Hoje, é difícil encontrar um cidadão que não possua um *smartphone*, outro dispositivo que se enquadra nessa categoria é o *tablet*.

As TICs continua modificando as relações sociais assim como a relação entre governo e cidadão, conforme visto no histórico dos meios de comunicação apresentado na Seção inicial deste Capítulo. Antigamente a única maneira de ter acesso a serviços governamentais era de forma presencial, mas esse modelo está em plena mudança e, desde o princípio da década, muitas informações e serviços vem sendo disponibilizados em aplicativos e redes sociais. As figuras 3.2 e 3.3 demonstram o crescimento dessa tecnologia e do acesso à Internet a partir de dispositivos móveis [38]. Com o desenvolvimento de sistemas operacionais próprios, por exemplo Android, iOS e *Windows Phone*, foi natural a migração do computador de bancada para os *smartphones*, fato reforçado com o surgimento de aplicações *mobile* nativas. O uso de um aplicativo para registro de vacinas visa acompanhar essa mudança e, para atingir o maior número de pessoas, deverá ser compatível com as plataformas mais usadas.

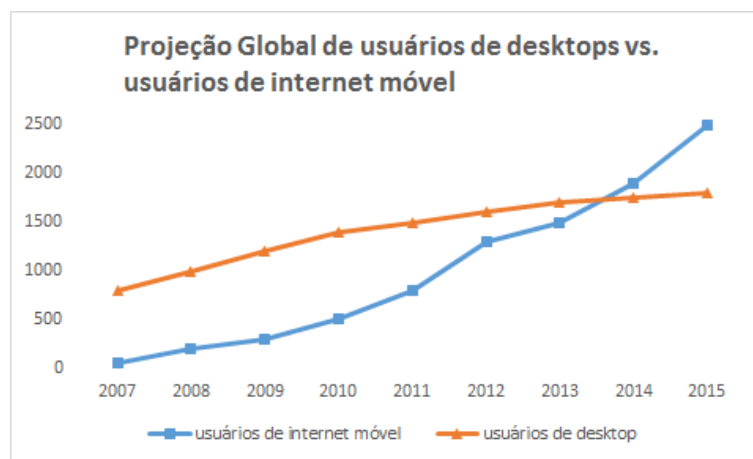


Figura 3.2: Projeção comparativa entre dispositivos móveis e *desktops* para Internets [38].

As vantagens dessa tecnologia são também muito grandes para os programas de imunização. Se integrado a bancos de dados remotos, evitará a perda de informações que provoca a revacinação em caso de perda ou roubo do aparelho. Outros recursos adicionais poderiam ser:

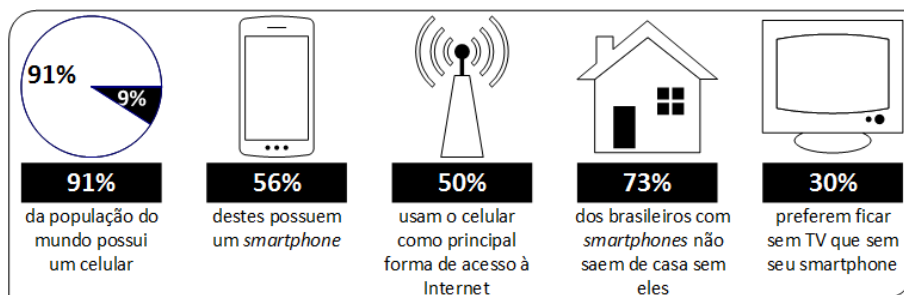


Figura 3.3: Adoção da tecnologia *mobile* em 2015, no Brasil e no mundos [38].

- Notificação pelo celular das datas programadas, tendo em vista que, ao contrário do cartão em suporte de papel, a lembrança das datas não dependerá unicamente da atenção do usuário para consultá-lo para saber se tem vacinas pendentes.
- A criação de grupos familiares para registro da situação vacinal de todos os seus membros e conforme o esquema vacinal do grupo de vacinação ao qual cada um está ligado, definidos em função das faixas etárias e da identificação dos grupos de risco. Tal recurso vai ao encontro dos fundamentos do programa ESF, que tem como premissa o acompanhamento de grupos familiares nele cadastrados por agentes de saúde comunitários [15].
- Identificação dos pontos de vacinação, com o objetivo de identificar postos de vacinação. Vale lembrar que a dificuldade de abastecimento de vacinas na rede pública (e até mesmo na particular) está fazendo com que as filas fiquem enormes, exigindo em alguns casos uma verdadeira peregrinação aos postos de vacinação. Porém, para que o aplicativo possa consultar a disponibilidade de determinada vacina em determinados locais, é necessária a integração do aplicativo a sistemas de logística das secretárias de saúde.
- Agendamento da aplicação da vacina, permitindo às secretarias de saúde estimar a demanda e, com isso, diminuir a perda de vacinas de alto custo, como por exemplo a BCG, que recentemente estava com sério problema de abastecimento. Assim como na possibilidade anterior, este recurso necessita da integração entre o aplicativo e os sistemas de informação do governo, nos quais são registrados os calendários de campanhas e de ofertas regulares de vacinação.

3.2 Sistemas Operacionais para Dispositivos Móveis

O conhecimento das plataformas móveis e de seus sistemas operacionais é fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Então, vamos abordar o conceito de sistema operacional, e logo a seguir vamos falar dos principais sistemas operacionais móveis.

Segundo Tanenbaun [53] sistemas operacionais podem ser vistos como gerenciadores de recursos (memória e processamento) ou como máquinas estendidas. Na visão de gerenciador de recursos, a função do sistema operacional é gerenciar de forma eficiente os recursos de *hardware* e *software*, fornecendo a cada processo condições satisfatórias para sua execução. Sob a perspectiva de máquina estendida, o sistema operacional deve fornecer uma abstração de um ambiente computacional, usualmente chamada de máquina virtual, encapsulada pelo sistema hospedeiro e configurada de acordo com as necessidades do usuário. Em resumo, o objetivo do sistema operacional é aproveitar ao máximo os recursos disponíveis.

A interface entre o sistema operacional e os programas de usuário é definida pelo conjunto de instruções estendidas que o sistema operacional proporciona, denominadas chamadas de sistema. Embora possam existir vários tipos de implementação, para entendermos o que os sistemas operacionais fazem e como o fazem, é preciso examiná-los de perto [53], sendo fundamental verificar se sua composição é monolítica, baseada em camadas, *microkernel* ou híbrida, sendo esta a mais comum. Os sistemas móveis baseiam-se nos mesmos conceitos e princípios de funcionamento dos sistemas operacionais convencionais e frequentemente são desenvolvidos com base neles, a exemplo do Android, que é derivado do Linux e hoje é o mais utilizado no mercado brasileiro, seguido pelo iOS e *Windows Phone*.

A solução aqui proposta tem como requisito a compatibilidade com essas 3 plataformas a fim de atingir o maior público possível. Deve também prever o desenvolvimento em novas plataformas que, no futuro, venham a ter o mesmo nível de participação de mercado, para assim garantir a universalidade do serviço, fundamental para os sistemas de informação voltados à saúde. Por isso, apresentamos a seguir um breve resumo das suas características.

Um aspecto que deve ser obrigatoriamente considerado no projeto de aplicativos é o funcionamento do sistema operacional hospedeiro. A estruturação das camadas, o gerenciamento dos processos, o sistema de armazenamento e os níveis de acesso aos recursos varia entre os diferentes sistemas operacionais e mesmo entre as versões de cada um. Tal fato reforça a escolha dos autores de fazer uso da arquitetura híbrida de desenvolvimento e, assim, deixar o Apache Cordova tratar essas questões de forma transparente para os desenvolvedores.

Desconsideradas as questões estruturais de cada sistema operacional, vejamos os aspectos históricos de cada um deles.

3.2.1 Android

Em 2005, o Google desejava lançar serviços de localização para seus usuários, mas não tinha plataforma para isso. Foi então que compraram uma empresa chamada *Android Inc*, fundada em 2003 na cidade de Palo Alto na Califórnia, Estados Unidos, por Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears e Chris White. Mesmo antes de ser comprada, essa empresa já desenvolvia sistemas operacionais para celulares de forma secreta [51].

Em 2007, dois anos após a compra, a Google anunciou oficialmente o lançamento da sua versão e, no ano seguinte, converteu a licença do código fonte para *open source*, permitindo a qualquer pessoa com conhecimento sobre a linguagem programar na plataforma.

Em 2009, o Motorola Android teve grande sucesso nas vendas, demonstrando a satisfação dos usuários com as características e recursos tanto do dispositivo quanto do *software* nele embarcado. Dois anos depois, a Motorola voltou a inovar ao lançar o Xoom, primeiro *tablet* com Android [46].

De lá para cá, tem surgido uma nova versão a cada um ou dois anos, sendo a mais atual a versão 6, denominada *Marshmallow*.

3.2.2 iOS

Em 09 de janeiro de 2007, Steve Jobs apresentou ao mundo o *iPhone*, um dispositivo com novidades revolucionárias - como tela *multi-touch*, navegador de internet, mapas e aplicativo de e-mails. Até então, o sistema operacional que rodava no aparelho não tinha nome próprio e era visto apenas como uma adaptação do OS X, utilizado nos seus computadores de mesa.

No início, o sistema operacional do *iPhone*(e do *iPod Touch*) só rodava aplicativos nativos. Mas, em outubro de 2007, a Apple liberou o desenvolvimento de aplicações de terceiros.

Já batizada de *iPhone OS*, a versão 2.0 do sistema operacional foi liberada em julho de 2008, com o lançamento do iPhone 3G. A *App Store* e o *MobileME* foram criados. O primeiro é um aplicativo que permite encontrar, baixar e instalar outros aplicativos. O segundo era um pacote de serviços *online* para o armazenamento de dados [52].

Ao contrário do esquema de nomeação de versões adotado pela Google, a Apple age de forma mais tradicional e não associa nomes aos seus números de versão. Ao tempo deste estudo, a versão de mercado do iOS mais recente é a 10, compatível com as versões 6 e 7 do *iPhone*.

3.2.3 *Windows Phone*

Antes do *Windows Phone* existir, a Microsoft tinha o *Windows Mobile* e sabia que era necessário atualizá-lo, o que foi iniciado com o *Photon*, em 2004. Apesar da vontade, as ações eram poucas e o projeto morreu. Nova tentativa ocorreu somente em 2008, desta vez visando desenvolver sistema operacional novo, sem vinculação com as versões para computadores, culminando com o lançamento do *Windows Phone*, em 2010.

Em outubro do mesmo ano, foi estabelecida parceria com as fabricantes de *smartphones* HTC, Dell, Samsung e LG. Desde então, o *Windows Phone* disputa o mercado *mobile* com Android e iOS, sem no entanto conseguir ameaçar a hegemonia destes, ao menos no mercado brasileiro. [46].

Assim como no caso da Apple, as versões comerciais do *Windows Phone* são identificadas apenas por números, sendo a de número 10 a mais atual.

3.3 Conclusões do Capítulo

Neste capítulo a revisão das diversas áreas de aplicação das TICs, dos sistemas transacionais às redes sociais, dos computadores de mesa aos *smartphones* e dos jogos aos serviços públicos, confirmou a possibilidade de uso de um aplicativo *mobile* para registro de vacinas, em sintonia com a pervasividade desses aparelhos nos vários segmentos da sociedade brasileira e a necessidade de inovações nos sistemas informacionais de saúde. Para garantir a efetividade deste projeto, os princípios da Teoria Geral dos Sistemas e, no caso específico, da Engenharia de *Software*, resultou na escolha dos métodos ágeis como modelo a ser utilizado no desenvolvimento do aplicativo. A avaliação das alternativas de bancos de dados e sistemas operacionais permitirá a definição da arquitetura e da plataforma para a implementação, a ser feita no Capítulo 4.

Capítulo 4

Metodologia

Este capítulo descreve a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, com base na revisão teórica apresentada nos capítulos 2 e 3, detalha as fases de levantamento de requisitos, concepção e construção, e apresenta o aplicativo desenvolvido.

4.1 Plano de Trabalho

Esta seção apresenta os passos deste estudo, considerando o escopo determinado na delimitação do problema e os objetivos propostos.

Tendo em vista a necessidade de dar nome ao aplicativo aqui proposto, foi escolhido “ImunizaBR”, indicando sua vinculação ao tema da imunização e sua abrangência geográfica.

4.1.1 Aspectos Considerados

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram levados em consideração os aspectos apresentados a seguir:

- Estudo da Política Nacional de Imunização: como visto no Capítulo 2, refere-se ao entendimento das variáveis envolvidas na imunização da população: políticas, processos, estratégias, fluxo de informações e competências dos níveis de governo.
- Estudo da tecnologia para desenvolvimento *mobile*: compreensão das alternativas e recursos oferecidos por essa tecnologia, detalhados no 3, escolhida devido à penetração que atualmente se verifica em todas as camadas sociais brasileiras e pela mobilidade inerente a *smartphones* e *tablets*.
- Levantamento de requisitos: identificação dos requisitos funcionais e não funcionais desejados para o aplicativo, apresentados neste Capítulo, considerando três grupos:

usuários, profissionais da saúde (médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem) e agentes de saúde. Os grupos de profissionais de saúde e de agentes de saúde estão restritos aos que trabalham no Centro de Saúde 12 de Ceilândia, em Brasília-DF.

- **Concepção:** também constante deste capítulo, consiste na especificação técnica do aplicativo e abrange a definição da arquitetura e plataforma de desenvolvimento, do *back log* de funcionalidades e a priorização do desenvolvimento.
- **Construção:** a parte final deste capítulo trata da implementação e teste das funcionalidades, de acordo com a priorização definida na fase de concepção.
- **Verificação de resultados (Capítulo 5):** avaliação do aplicativo junto aos grupos escolhidos, verificando as hipóteses da pesquisa e o cumprimento dos objetivos propostos.

4.2 Levantamento de Requisitos

O trabalho será iniciado com um levantamento preliminar de requisitos. Considerando que o modelo escolhido para o desenvolvimento é o processo ágil, fica aberta a possibilidade de mudança de requisitos ao longo das fases seguintes.

Os requisitos podem ser definidos como características buscadas no produto final de *software* eles podem ser classificados em dois tipos: Funcionais e Não funcionais. Os primeiros descrevem o comportamento que um programa ou sistema deve apresentar diante de certas ações de seus usuário [41], enquanto que o outro tipo busca determinar os níveis desejados de qualidade, em termos de desempenho, aparência, integração, etc.

4.2.1 Requisitos de Usuários

Para levantar os requisitos do aplicativo indicados como desejáveis pelos usuários, foi elaborado um formulário na ferramenta Google Forms e seu *link* foi distribuído pelos autores nos grupos de *WhatsApp* que participam, formados por colegas de curso e de trabalho, familiares e amigos.

As questões do formulário foram elaboradas com o objetivo de identificar tanto os requisitos funcionais quanto os não funcionais e apresentou os resultados abaixo:

1. Você ou alguém da sua família tem Caderneta de Vacinação?
 - Tipo da resposta: Sim ou Não
 - Obrigatória? Não.

- Objetivo: identificar o percentual de pessoas que têm a Caderneta de Vacinação como instrumento de registro dos dados vacinais.
- Respostas:
 - Total: 83
 - Sim: 78 (94%)
 - Não: 5 (6%)
- A distribuição por faixa etária das respostas é apresentada na Figura 4.1.

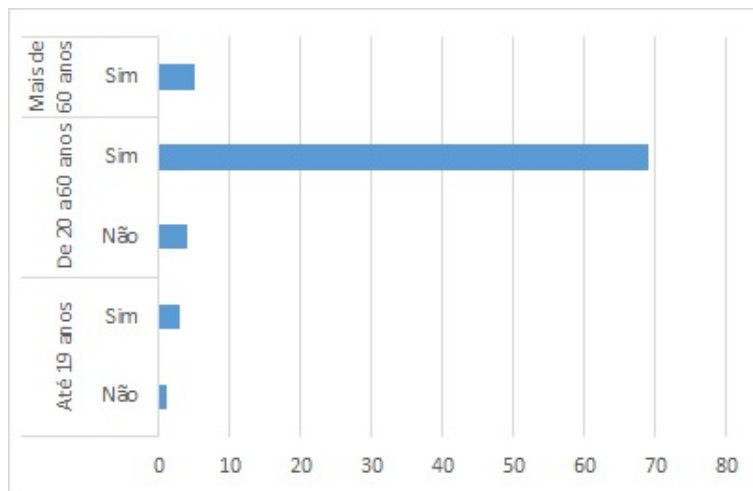


Figura 4.1: Uso da Caderneta de Vacinação por faixa etária.

2. Você já tomou vacina ou reforço sem necessidade porque não tinha a Caderneta de Vacinação em mãos ou porque a perdeu?
 - Tipo da resposta: Sim ou Não
 - Obrigatória? Não.
 - Objetivo: verificar o percentual de pessoas que já tiveram os problemas que o aplicativo pretende ajudar a resolver.
 - Respostas:
 - Total: 83
 - Sim: 35 (42,2%)
 - Não: 48 (57,8%)
 - A distribuição por faixa etária das respostas é apresentada na Figura 4.2.
3. Você acha que um aplicativo para celular pode ajudar no registro das vacinas e reforços?

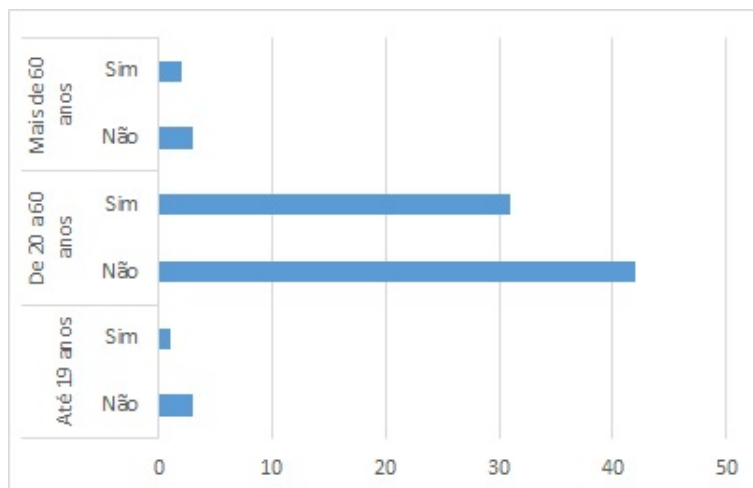


Figura 4.2: Aplicação desnecessária de vacina por faixa etária.

- Tipo da resposta: Escala de 1 (não) a 5 (sim)
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar a expectativa das pessoas quanto à eficácia de um aplicativo como instrumento complementar à Caderneta de Vacinação. Optou-se pela Escala de Likert [1], ao invés da opção binária (sim/não), para contemplar opiniões intermediárias (um pouco, mais ou menos, talvez, etc.).
- Respostas:
 - Total: 83
 - 1: 1 (1,2%)
 - 2: 6 (7,2%)
 - 3: 8 (9,6%)
 - 4: 28 (33,7%)
 - 5: 40 (48,2%)
- A distribuição por faixa etária das respostas é apresentada na Figura 4.3.

4. Você instalaria um aplicativo assim?

- Tipo da resposta: Escala de 1 (não) a 5 (sim)
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar a predisposição das pessoas quanto à instalação de um aplicativo com a finalidade proposta. Optou-se pela Escala de Likert [1], ao invés da opção binária (sim/não), para contemplar opiniões intermediárias (pouco provável, pode ser, é provável, etc.).

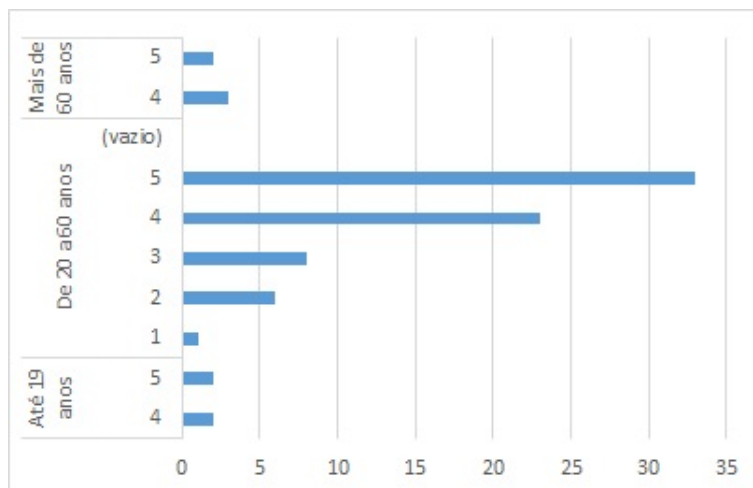


Figura 4.3: Eficácia do aplicativo por faixa etária.

- Respostas:
 - Total: 83
 - 1: 11 (13,3%)
 - 2: 5 (6%)
 - 3: 5 (6%)
 - 4: 15 (18,1%)
 - 5: 47 (56,6%)
- A distribuição por faixa etária das respostas é apresentada na Figura 4.4.

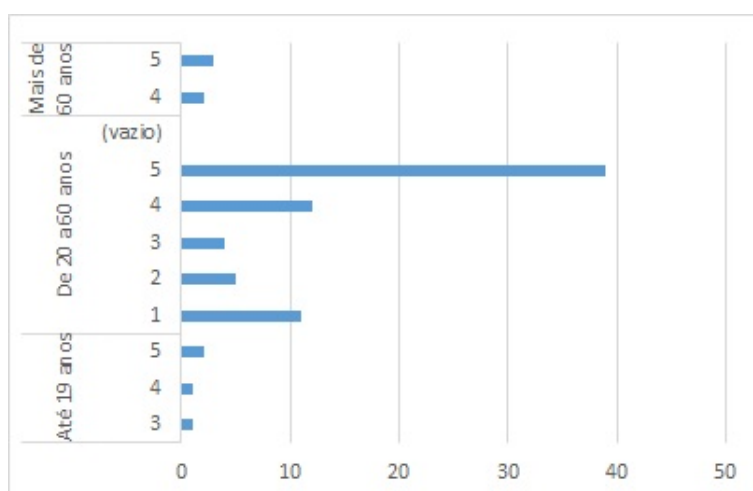


Figura 4.4: Interesse em instalar o aplicativo, por faixa etária.

5. Que recursos você considera importantes?

- Tipo da resposta: Caixas de seleção
- Obrigatória? Não.
- Objetivos:
 - (a) Verificar se as impressões iniciais dos autores a respeito dos recursos necessários seriam confirmadas pelas pessoas.
 - (b) Identificar outros recursos funcionais desejáveis ao aplicativo, não percebidos *a priori*.
- Respostas:
 - Total: 83
 - Consultar os locais de vacinação perto da minha casa, do meu trabalho, da minha escola: 60 (72,3%)
 - Registrar as vacinas de outras pessoas da minha família: 55 (66,3%)
 - Receber notificações no meu celular quando estiver perto de tomar alguma dose ou reforço: 75 (90,4%)
 - Recuperar meus dados caso eu perca ou troque meu celular: 71 (85,5%)
 - Ter informações sobre as vacinas: o que previne, quem deve tomar, contraindicações, que doenças previne, etc.: 73 (88%)
 - Poder registrar as alergias que eu ou pessoa da minha família tenha, que possam causar reações às vacinas: 55 (66,3%)
 - Outros: 8 (9,6%) com 6 sugestões diferentes
 - (a) Relatório das vacinas que faltam à pessoa conforme sua faixa etária
 - (b) Vacinas recomendadas/ exigidas para viagens ao estrangeiro
 - (c) Vacinas recomendadas/ exigidas para viagens a regiões de risco
 - (d) Atualização do aplicativo com base em algum banco de dados da Secretaria de Saúde
 - (e) Verificar a disponibilidade da vacina nos postos
 - (f) Indicador da pessoa ser doadora de órgãos e de sangue, servindo para a conscientização da população sobre a doação
 - (g) Informar possíveis reações adversas das vacinas

6. O que causaria em você mais resistência ao uso do aplicativo?

- Tipo da resposta: Caixas de seleção
- Obrigatória? Não.

- Objetivos:
 - (a) Verificar se as impressões iniciais dos autores a respeito dos requisitos não funcionais seriam confirmadas pelas pessoas.
 - (b) Identificar outros requisitos não funcionais desejáveis ao aplicativo, não percebidos *a priori*.
- Respostas:
 - Total: 81
 - Visual feio ou confuso: 30 (37%)
 - Ter que digitar muitas informações: 53 (65,4%)
 - Desconfiar que outras pessoas acessam meus dados: 37 (45,7%)
 - Lentidão: 37 (45,7%)
 - Outros: 4 (4,9%), com 3 outros fatores de resistência e 1 sugestão
 - (a) Custo elevado para uso do aplicativo
 - (b) Ocupação excessiva de espaço de armazenamento
 - (c) Ocupação excessiva de memória
 - (d) Sugestão: oferecer a opção de *web app*

7. Qual a sua faixa etária?

- Tipo da resposta: opções compatíveis com os grupos de vacinação definidos pela PNI.
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: avaliar as respostas por faixa etária, bem como as diferenças de prioridades entre os requisitos.
- Respostas:
 - Total: 82
 - Até 19 anos: 4 (4,9%)
 - De 20 a 60 anos: 73 (89%)
 - Acima de 60 anos: 5 (6,1%)

8. Se desejar, use o espaço abaixo para sugestões e comentários

- Tipo da resposta: texto livre.
- Obrigatória? Não.

- Objetivo: identificar outros requisitos e expectativas dos usuários quanto ao aplicativo.
- Respostas:
 - Adaptar a ideia para registrar a caderneta de vacinação para animais de estimação
 - Poder fotografar e guardar o rótulo com informações sobre o lote, validade, etc.
 - Registrar via GPS o local onde a vacina foi tomada
 - Exportar PDF com o relatório das vacinas que a criança tomou para entregar a pediatra em caso de perda do livrinho da criança
 - Exportar, por exemplo via Bluetooth. para o prontuário/sistema de controle dos consultórios médicos
 - Registro de reações alérgicas após alguma dose ou reforço de vacina
 - Agendamento de vacinas do aplicativo integrado ao posto de vacinação, agilizando o atendimento

4.2.2 Requisitos de Agentes de Saúde

Para levantar os requisitos do aplicativo indicados como desejáveis pelos agentes de saúde, foi elaborado um formulário na ferramenta Google Forms e entrevistas *in loco* no Centro de Saúde 12 de Ceilândia. Após as entrevistas, os dados foram inseridos no formulário eletrônico.

As questões do formulário foram elaboradas com o objetivo de identificar tanto os requisitos funcionais quanto os não funcionais e apresentou os resultados abaixo:

1. Na sua avaliação, quais as consequências de uma pessoa perder sua Caderneta de Vacinação?

- Tipo da resposta: Caixas de seleção
- Obrigatória? Não.
- Objetivos:
 - (a) Verificar se as impressões iniciais dos autores a respeito dos recursos necessários seriam confirmadas pelas pessoas.
- Respostas:
 - Total: 7
 - Aumento do tempo de atendimento durante a vacinação: 7 (100%)

- Aplicação de doses e reforços sem necessidade: 5 (71,4%)
- Piora dos dados do Boletim de Imunização: 4 (57,1%)
- Desperdício de doses: 7 (100%)
- Dificuldade a enfermeiros e agentes de saúde no acompanhamento da imunização de famílias assistidas: 7 (100%)
- Outros: 2 (28,6%) com 3 sugestões diferentes
 - (a) Acesso a programas sociais como o Bolsa Família
 - (b) Prejudica matricula de crianças em escolas e creches
 - (c) Impede embarque para viagens

2. Um aplicativo para celular, instalado no celular do usuário do SUS, pode ajudar a diminuir as consequências que você apontou?

- Tipo da resposta: Escala de 1 (não) a 5 (sim)
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar a expectativa dos agentes de saúde quanto à eficácia de um aplicativo como instrumento complementar à Caderneta de Vacinação na mitigação dos problemas apontados na questão anterior. Optou-se pela Escala de Likert [1], ao invés da opção binária (sim/não), para contemplar opiniões intermediárias (um pouco, mais ou menos, talvez, etc.).
- Respostas:
 - Total: 7
 - 1: 0 (0%)
 - 2: 0 (0%)
 - 3: 0 (0%)
 - 4: 5 (71,4%)
 - 5: 2 (28,6%)

3. As famílias assistidas por você usariam um aplicativo assim?

- Tipo da resposta: Escala de 1 (não) a 5 (sim)
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar a expectativa dos agentes de saúde quanto à receptividade ao aplicativo pelas famílias assistidas pelo programa Estratégia de Saúde da Família. Optou-se pela Escala de Likert [1], ao invés da opção binária (sim/não), para contemplar opiniões intermediárias (um pouco, mais ou menos, talvez, etc.).

- Respostas:
 - Total: 7
 - 1: 0 (0%)
 - 2: 0 (0%)
 - 3: 3 (42,9%)
 - 4: 2 (28,6%)
 - 5: 2 (28,6%)

4. Que benefícios o trabalho do agente de saúde terá com o uso do aplicativo?

- Tipo da resposta: Caixas de seleção
- Obrigatória? Não.
- Objetivos:
 - (a) Verificar se as impressões iniciais dos autores a respeito dos recursos necessários seriam confirmadas pelas pessoas.
 - (b) Identificar outros benefícios trazidos pelo aplicativo, não percebidos *a priori*.
- Respostas:
 - Total: 7
 - Melhoraria a qualidade do meu trabalho: 6 (85,7%)
 - Diminuiria o tempo para executar meu trabalho: 7 (100%)
 - Teria mais controle sobre a imunização das famílias que assiste: 7 (100%)
 - Maior acesso a informações sobre as vacinas: o que previne, quem deve tomar, contraindicações, que doenças previne, etc: 5 (71,4%)
 - Melhoraria o controle das alergias que as pessoas têm: 2 (28,6%)
 - Outros: 1 (14,3%)
 - (a) Impediria que as mães alegassem a perda do cartão para não mostrar vacinas atrasadas ao Agente de Saúde

5. Para auxiliar o trabalho de enfermeiros e agentes de saúde, que dados você considera necessário registrar?

- Tipo da resposta: Caixas de seleção
- Obrigatória? Não.
- Objetivos:

- (a) Verificar se as impressões iniciais dos autores a respeito dos dados a serem coletados seriam confirmadas pelos profissionais da saúde.
- (b) Identificar outros dados não percebidos *a priori*.
- Respostas:
 - Total: 29
 - Nome: 7 (100%)
 - Data de nascimento: 7 (100%)
 - Sexo: 4 (57,1%)
 - Número do Cartão SUS: 4 (57,1%)
 - Alergias que possam causar reações às vacinas: 5 (71,4%)
 - Endereço: 5 (71,4%)
 - Outros: 3 (42,9%), com 1 sugestão
 - (a) Número do SES/DF (prontuário eletrônico do GDF)

4.2.3 Requisitos de Profissionais da Saúde

Para levantar os requisitos do aplicativo indicados como desejáveis pelos profissionais da saúde, foi elaborado um formulário na ferramenta Google Forms e realizada pesquisa com médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem, pessoal administrativo, etc., que trabalham no Centro de Saúde 12 de Ceilândia.

As questões do formulário foram elaboradas com o objetivo de identificar tanto os requisitos funcionais quanto os não funcionais e apresentou os resultados abaixo:

1. Na sua avaliação, quais as consequências de uma pessoa perder sua Caderneta de Vacinação?
 - Tipo da resposta: Caixas de seleção
 - Obrigatória? Não.
 - Objetivos:
 - (a) Verificar se as impressões iniciais dos autores a respeito dos recursos necessários seriam confirmadas pelas pessoas.
 - (b) Identificar outros recursos funcionais desejáveis ao aplicativo, não percebidos *a priori*.
 - Respostas:
 - Total: 34

- Aumento do tempo de atendimento durante a vacinação: 9 (26,5%)
 - Aplicação de doses e reforços sem necessidade: 23 (67,6%)
 - Piora dos dados do Boletim de Imunização: 10 (29,4%)
 - Desperdício de doses: 14 (41,2%)
 - Dificuldade a enfermeiros e agentes de saúde no acompanhamento da imunização de famílias assistidas: 19 (55,9%)
 - Outros: 1 (2,9%)
- (a) Prejudica o planejamento da saúde a longo prazo

2. Um aplicativo para celular, instalado no celular do usuário do SUS, pode ajudar a diminuir as consequências que você apontou?

- Tipo da resposta: Escala de 1 (não) a 5 (sim)
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar a expectativa dos profissionais da saúde quanto à eficácia de um aplicativo como instrumento complementar à Caderneta de Vacinação na mitigação dos problemas apontados na questão anterior. Optou-se pela Escala de Likert [1], ao invés da opção binária (sim/não), para contemplar opiniões intermediárias (um pouco, mais ou menos, talvez, etc.).
- Respostas:
 - Total: 34
 - 1: 1 (2,9%)
 - 2: 2 (5,9%)
 - 3: 7 (20,6%)
 - 4: 13 (38,2%)
 - 5: 1 (32,4%)

3. É possível que um aplicativo assim ajude na obtenção de dados com maior precisão sobre a demanda reprimida de imunização, contribuindo para um melhor planejamento de pessoal e insumos necessários para atendê-la?

- Tipo da resposta: Escala de 1 (não) a 5 (sim)
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar a expectativa dos profissionais da saúde quanto a possíveis contribuições do uso do aplicativo na logística que envolve a imunização. Optou-se pela Escala de Likert [1], ao invés da opção binária (sim/não), para contemplar opiniões intermediárias (um pouco, mais ou menos, talvez, etc.).

- Respostas:
 - Total: 34
 - 1: 1 (2,9%)
 - 2: 0 (0%)
 - 3: 4 (11,8%)
 - 4: 12 (35,3%)
 - 5: 17 (50,0%)

4. Para contribuir com o trabalho de enfermeiros e agentes de saúde, que recursos o aplicativo deve oferecer?

- Tipo da resposta: Caixas de seleção
- Obrigatória? Não.
- Objetivos:
 - (a) Verificar se as impressões iniciais dos autores a respeito dos recursos necessários seriam confirmadas pelos profissionais da saúde.
 - (b) Identificar outros requisitos funcionais desejáveis ao aplicativo, não percebidos *a priori*.
- Respostas:
 - Total: 34
 - Registro os dados necessários para controle da vacinação: 23 (67,6%)
 - Registro das vacinas de outras pessoas da família do usuário: 5 (14,7%)
 - Aviso no celular do usuário quando estiver perto de tomar alguma dose ou reforço: 26 (76,5%)
 - Recuperação dos dados do usuário em caso de perda ou troca do celular: 24 (70,6%)
 - Informações sobre as vacinas: o que previne, quem deve tomar, contraindicações, que doenças previne, etc.: 18 (52,9%)
 - Registro de alergias que a pessoa tenha, que possam causar reações às vacinas: 20 (58,8%)
 - Consulta ao número do seu Cartão SUS e possibilidade de registrá-lo no aplicativo: 17 (50,0%)
 - Outros: 1 (14,3%)
 - (a) Planilha com o esquema nacional de vacinação

5. Para auxiliar o trabalho de enfermeiros e agentes de saúde, que dados você considera necessário registrar?

- Tipo da resposta: Caixas de seleção
- Obrigatória? Não.
- Objetivos:
 - (a) Verificar se as impressões iniciais dos autores a respeito dos dados a serem coletados seriam confirmadas pelos profissionais da saúde.
 - (b) Identificar outros dados não percebidos *a priori*.
- Respostas:
 - Total: 29
 - Nome: 29 (85,3%)
 - Data de nascimento: 29 (85,3%)
 - Sexo: 17 (50,0%)
 - Número do Cartão SUS: 23 (67,6%)
 - Alergias que possam causar reações às vacinas: 27 (79,4%)
 - Endereço: 15 (44,1%)
 - Outros: 6 (17,6%), com 5 sugestões diferentes
 - (a) Filiação
 - (b) Cobertura de saúde disponível. Exemplo: ESF, Unidade Básica de Saúde (UBS), saúde indígena, etc.
 - (c) Problemas de saúde que façam com que o paciente necessite de vacinas mais específicas
 - (d) Peso e altura

6. Que papel você desempenha?

- Tipo da resposta: opções compatíveis com os cargos e funções de um centro de saúde.
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar se houve participação de todos os perfis do centro de saúde.
- Respostas:
 - Total: 26
 - Chefe de enfermagem: 1 (3,8%)

- Enfermeiro: 7 (26,9%)
- Coordenação de Agentes de Saúde: 0 (0%)
- Outros: 18 (69,2%)
 - (a) Agente de Saúde
 - (b) Assistente Social
 - (c) Auxiliar de enfermagem
 - (d) Médico
 - (e) Médico de família e comunidade
 - (f) Nutricionista
 - (g) Odontólogo
 - (h) Pediatra
 - (i) Técnico de enfermagem
 - (j) Técnico em Saúde

7. Se desejar, use o espaço abaixo para sugestões e comentários

- Tipo da resposta: texto livre.
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: identificar outros requisitos e expectativas dos profissionais da saúde quanto ao aplicativo e possibilidades para futuros trabalhos.
- Respostas:
 - Seria muito interessante ter os dados das vacinas dos pacientes registrados em um banco de dados. Otimizaria o uso das vacinas e dos profissionais envolvidos. E geraria uma economia que poderia ser investida em outras áreas da saúde.

4.2.4 Consolidação e Seleção dos Requisitos

O resultado consolidado dos requisitos é apresentado nas Tabelas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4.

4.3 Concepção e Construção

A partir da consolidação dos dados pesquisados junto a possíveis usuários, agentes e profissionais da saúde, foram elencados os requisitos selecionados para a construção do aplicativo. Os critérios de seleção foram a possibilidade de implementação dentro do prazo do estudo e a relevância para se atingir os objetivos propostos.

Tabela 4.1: Requisitos funcionais

Requisito	Usuários	Agentes	Profissionais
Consultar postos de vacinação a partir dos endereços registrados	72,3%	*	*
Registrar vacinas também para o grupo familiar	66,3%	*	14,7%
Receber notificações sobre agendamentos	90,4%	*	76,5%
Recuperar os dados registrados em outros dispositivos	85,5%	*	70,6%
Apresentar informações sobre vacinas	88%	*	52,9%
Registrar alergias	66,3%	*	58,8%
Nome	*	100%	85,3%
Data de nascimento	*	100%	85,3%
Sexo	*	57,1%	50%
Número do Cartão SUS	*	57,1%	67,6%
Alergias	*	71,4%	79,4%
Endereço	*	71,4%	44,1%
Participação em programas de saúde (ESF, UBS, Saúde Indígena, etc.)**	*	-	6,9%
Número do SES/DF (prontuário eletrônico do GDF)**	*	75%	79,4%
Filiação**	*	14,3%	-
Peso e altura**	*	-	6,9%
Problemas de saúde que exijam vacinas específicas**	*	-	6,9%

(*) Perfil não consultado a respeito

(**) Sugestão informada em campo de texto livre

Tabela 4.2: Requisitos não funcionais

Requisito	Concordância dos usuários
Aspectos visuais	37%
Aspectos de usabilidade	65,4%
Aspectos de segurança	45,7%
Aspectos de desempenho	45,7%

Tabela 4.3: Problemas decorrentes da perda da Caderneta de Vacinação

Problema	Agentes	Profissionais
Aplicação de doses e reforços sem necessidade	71,4%	67,6%
Diminui a qualidade dos dados do Boletim de Imunização	57,1%	29,4%
Desperdício de doses	100%	41,2%
Dificulta o acompanhamento das famílias assistidas por agentes de saúde	100%	55,9%
Dificulta o acesso a programas sociais como o Bolsa Família *	28,6%	-
Prejudica a matrícula de crianças em escolas e creches*	28,6%	-
Impede embarque para viagens*	28,6%	-
Prejudica o planejamento da saúde a longo prazo*	-	2,9%

(*) Sugestão informada em campo de texto livre

Decorrentes dos requisitos selecionados, foram definidas as funcionalidades a serem implementadas para a versão que servirá a este estudo. A Tabela 4.5 apresenta tanto os requisitos quanto as funcionalidades.

Tabela 4.4: Expectativas dos agentes de saúde sobre os benefícios trazidos pelo aplicativo

Benefício	Agentes
Melhora da qualidade do trabalho	85,7%
Maior eficiência na assistência às famílias	100%
Maior controle sobre a imunização das famílias assistidas	100%
Maior acesso às informações sobre vacinas	71,4%
Melhora do controle das alergias relacionadas a vacinas	28,6%
Evitaria omitir o atraso das vacinas alegando perda da Caderneta*	14,3%

(*) Sugestão informada em campo de texto livre

Tabela 4.5: Requisitos e funcionalidades elencadas para implementação

Requisito	Funcionalidades
Registrar dados da vacinação de seu grupo familiar.	Cadastro de grupo familiar, Recuperação do número do Cartão SUS de cada integrante do grupo familiar, Registro vacinas de cada integrante do grupo familiar
Registrar e consultar histórico de vacinação	Registro de vacinas e doses, Consulta ao histórico de vacinas e doses registradas
Consultar agendamento pessoal de vacinas	Atualização do calendário de vacinação, Consulta a calendário destacando datas de vacinas, reforços e doses
Localizar Centros de Saúde próximos à sua residência ou local de trabalho	Integração com API do Google Maps, Identificação georreferenciada da residência e do local de trabalho, Busca georreferenciada de Centros de Saúde, próximos à residência, ao local de trabalho ou à posição atual
Receber notificações sobre campanhas de vacinação	Mecanismo para habilitação de recebimento de notificações, Integração com serviço Push da Secretaria de Saúde

Para a construção foi escolhido o *framework* Ionic, surgido em 2013 com o objetivo de criar aplicações híbridas para dispositivos *mobile* a partir do *HTML5*, que significa a integração entre *HTML*, *Cascade Style Sheets* (CSS) e *Javascript*. No contexto do desenvolvimento de *software*, o termo *framework* deve ser entendido como arcabouço ou esqueleto que permite o uso de componentes. Nesse sentido, pode ser comparado à construção de uma casa pré-moldada.

O diferencial oferecido pelo Ionic é a possibilidade de desenvolvimento híbrido, ou seja,

a partir do código *HTML5* é possível gerar o código binário para as plataformas Android e iOS, evitando a codificação em linguagens específicas de cada plataforma. Para este projeto, tal característica permite atingir um maior número de usuários a partir do mesmo código fonte.

O aplicativo híbrido é uma solução que utiliza características do desenvolvimento de um *app* nativo e de um *web app* (aplicação acessada a partir de navegadores *web*). O processo de implementação consiste em criar o código em *HTML5* e posteriormente usar o Adobe Phonegap, também disponível na versão *open source* chamada de Apache Cordova [19], para gerar o código nativo da plataforma desejada e distribuir o aplicativo nas lojas da Apple, Google e Microsoft [19].

Essa solução faz com que custo e prazo sejam reduzidos, mantendo níveis aceitáveis para experiência do usuário em soluções que não demandem recursos específicos de cada sistema operacional.

O princípio por trás do desenvolvimento de aplicativos híbridos é o *write once, run anywhere/everywhere* (WORA/WORE).

4.3.1 Arquitetura

A escolha da arquitetura de um sistema é muito importante, pois uma escolha equivocada pode comprometer o projeto inicial do sistema e também o seu desenvolvimento e sobrevida. A Figura 4.5 apresenta as diferenças entre as arquiteturas disponíveis para desenvolvimento de *apps* e as vantagens e desvantagens de cada uma [47].

Na arquitetura *mobile* híbrida, apresentada na Figura 4.6 e escolhida para a construção do aplicativo utilizado neste estudo, as páginas (ou telas) são chamadas de “*web views*” e são construídas em HTML, CSS e *Javascript* (chamado de *web code* – código *web*), geralmente contendo elementos estáticos (imagens, sons, vídeos). Todo esse conjunto se comunica com serviços de *back end* para a troca de informações. Outro papel dos servidores de *back end* é o envio de notificações (*push notification*) aos aplicativos, com conteúdo informativo ou comercial.

O que permite a execução do *web code* no dispositivo *mobile* é o Apache Cordova, um empacotador (*container*) que converte o *web code* para o código nativo do dispositivo.

As diferentes plataformas para dispositivos móveis (Android, iOS, *Windows Phone*, *Symbian*, MeeGo, etc.) exigem conversões específicas e o papel do *container* é dar suporte a várias delas.

Neste trabalho, os componentes da arquitetura escolhidos são:

- Plataforma híbrida, baseada em *HTML5* [57], escolhida para evitar a necessidade de implementação em Java para o sistema operacional Android, da Google, e Ob-
















		HTML	NATIVO	HÍBRIDO
PREÇO	Preço para execução do projeto.	 O projeto de criação é relativamente mais barato por utilizar código único.	 Pela complexidade do projeto, ele se torna mais caro.	 O projeto é mais barato por usar código único, mas tem mais etapas que <i>web app</i> .
TEMPO	Tempo de execução do projeto.	 O projeto é mais simples e por isso mais rápido.	 O projeto envolve a criação de mais de um código e por isso é mais lento.	 O projeto é parecido com <i>web app</i> , mas envolve algumas etapas extras.
ACESSO AOS RECURSOS	Acesso aos recursos do dispositivo móvel, como câmera e GPS.	 O desenvolvimento HTML não possui essa funcionalidade.	 Todos os recursos podem ser acessados pelo aplicativo.	 Alguns recursos podem ser acessados pela <i>app</i> híbrida.
ATUALIZAÇÃO	Necessidade de interação do usuário para atualizar o app.	 O <i>app</i> será automaticamente atualizado sem necessidade de espera ou novo <i>download</i> .	 O usuário precisa esperar para que a atualização da <i>app</i> seja concluída.	 O usuário precisa esperar para que a atualização da <i>app</i> seja concluída.
EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	Qualidade da experiência do usuário e aproveitamento das funcionalidades do sistema.	 É um <i>site</i> adaptado para simular um <i>app</i> e por isso não proporciona uma experiência adequada.	 A experiência do usuário é personalizada para cada sistema operacional.	 O código único faz com que o projeto não contemple todas as particularidades dos sistemas.

Figura 4.5: Comparação das arquiteturas de desenvolvimento *mobile* [47].

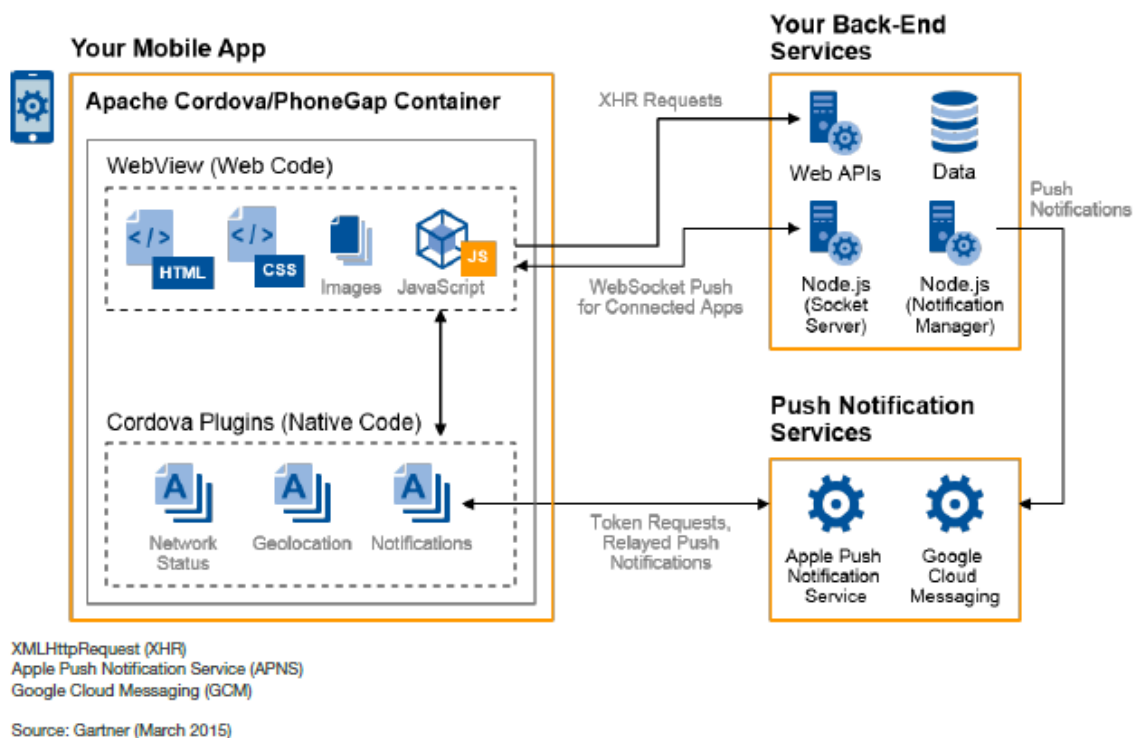


Figura 4.6: Arquiteturas *mobile* [19].

jectiveC (ou Swift) para o sistema operacional iOS, da Apple, utilizados pela grande

maioria de dispositivos móveis em uso no Brasil. Dessa forma, aproveitou-se a experiência anterior dos autores no desenvolvimento de sistemas baseados na *web*, o que favoreceu o cumprimento dos prazos planejados;

- *Framework* Ionic, que disponibiliza componentes para a construção de *apps* híbridas, escolhido pela sua farta documentação e códigos de exemplo, por ser baseado em *frameworks* considerados maduros (*Twitter Bootstrap* para a camada de *front end* e no AngularJS para a implementação da camada de negócio), e pela maior facilidade de aprendizagem pelos autores;
- Autenticação de usuários: Ionic Cloud [32] para guardar na “nuvem” os usuários do aplicativo, gerando um Id único para cada um, escolhida em função da integração com o *framework* Ionic, que oferece métodos nativos para o registro de novos usuários e autenticação dos existentes;
- Serviços de *back end*: IBM Bluemix [30] para guardar na “nuvem” (Figura 4.7) os dados dos membros dos grupos familiares e das vacinas, usando como chave de identificação *hash* gerado a partir do e-mail registrado na Ionic Cloud. O motivo da escolha decorre da falta de uma solução de banco de dados na Ionic Cloud e, dentre as outras alternativas pesquisadas, a IBM Bluemix foi a única encontrada que oferece o Cloudant Database, uma variante do banco de dados CouchDB, reconhecido pelos fóruns de desenvolvimento especializados em *mobile* como sendo o que melhor trata a questão da sincronização de dados *online* e *offline* com o PouchDB, outra variante do CouchDB utilizada para armazenamento permanente de dados nos dispositivos móveis;
- API para geolocalização e georreferenciamento: Google Maps API, utilizada para localização dos postos de vacinação e registro dos locais de interesse dos usuários [27], escolhida pela sua disseminação entre os desenvolvedores *mobile* e, consequentemente, pela farta documentação e exemplos de código;
- YELP API para busca georreferenciada de postos de vacinação. Essa API foi a terceira opção pesquisada pelos autores. A intenção original era utilizar os *web services* do Ministério da Saúde e, com isso, obter tanto a posição geográfica quanto o número do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), que identifica cada estabelecimento de forma única e inequívoca. Entretanto, eles não permitem a filtragem pela natureza do estabelecimento (pública/privada) nem pelo serviço oferecido (no caso do ImunizaBR, o serviço relevante é o de “vacinação”), o que faz com que sejam retornados estabelecimentos fora do contexto do aplicativo. Outra opção, descartada pelo mesmo motivo, foi a Google Places API. A Yelp API não

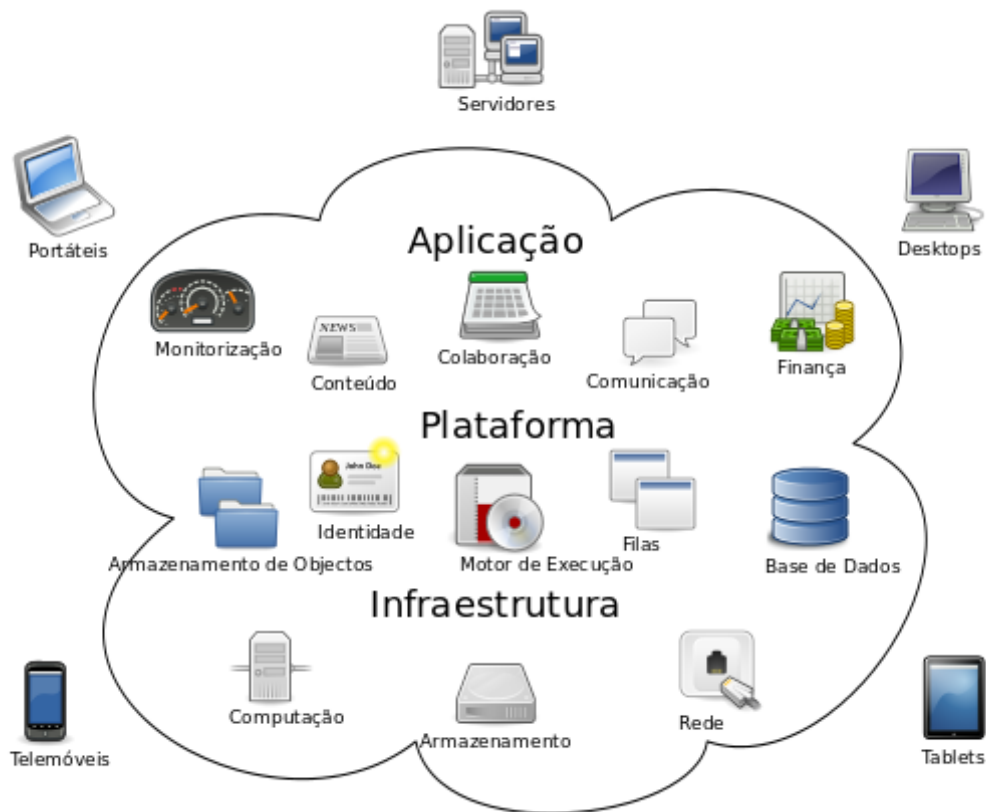


Figura 4.7: Representação esquemática do conceito de “nuvem” [34].

oferece uma chave que possa ser intercambiada com outras *Application Program Interfaces* (APIs), mas é possível restringir o retorno das chamadas *Representational State Transfer* (REST) a postos de saúde, tem boa documentação e vários exemplos de código disponíveis na *web*;

- Licença do código fonte do aplicativo: CC BY 3.0 BR [21], escolhida por permitir a livre cópia, redistribuição, transformação e criação a partir do código fonte para qualquer fim, mesmo comercial, estando o licenciante impedido de revogar esses direitos, desde que o licenciado respeite os termos da licença. As obrigações a que se submete o licenciado é dar o crédito apropriado, prover *link* para a licença, informar eventuais alterações no código original e não sugerir que há apoio pessoal para si ou para sua versão, por parte do licenciante.

A representação esquemática dos componentes escolhidos para a arquitetura do aplicativo é exibida na Figura 4.8.

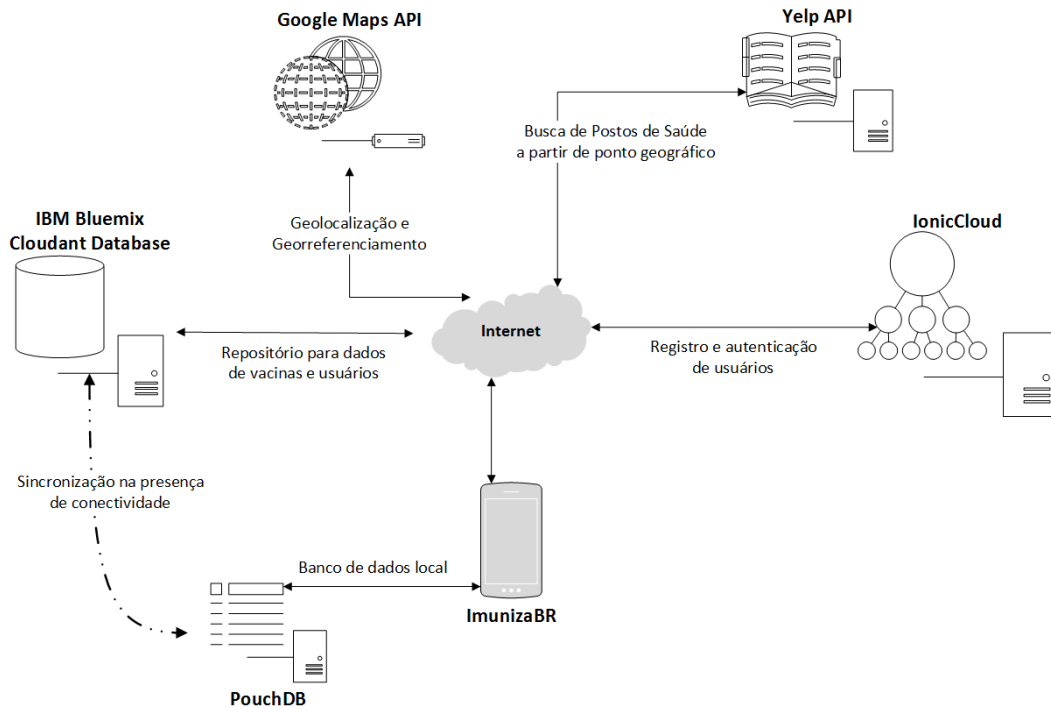


Figura 4.8: Arquitetura do Aplicativo ImunizaBR.

4.4 O Aplicativo ImunizaBR

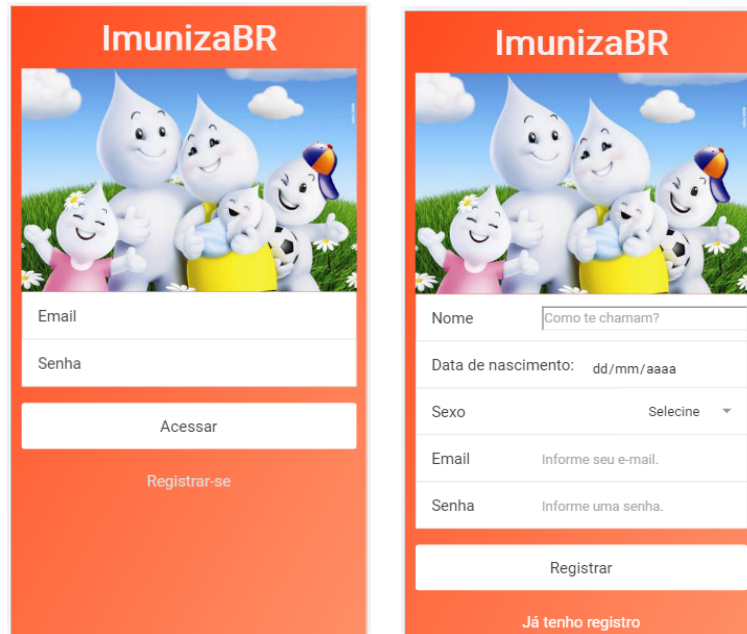
Nesta seção são apresentadas as telas do aplicativo desenvolvido, o ImunizaBR, e detalhes sobre seu funcionamento.

4.4.1 Instalação, Registro e Acesso

O aplicativo procurou atender aos requisitos dos usuários e pretende ter um visual leve, com bom desempenho e funcionalidades estritamente ligadas aos objetivos propostos. Após instalado, o usuário deve registrar-se (Figura 4.9b) para começar a usá-lo. Os acessos posteriores ao registro são feitos na tela de autenticação (Figura 4.9a).

4.4.2 Registro do Grupo Familiar

Na opção “Grupo familiar”, o usuário pode registrar todas as pessoas que deseja controlar a situação vacinal. Essa opção apresenta inicialmente o próprio usuário do aplicativo, criado como membro do grupo no momento do registro. O botão “Incluir novo membro” (Figura 4.10a) dá acesso ao formulário de cadastramento (Figura 4.10b), no qual são solicitadas as informações necessárias aos controles implementados. A partir do campo “Data de nascimento”, é calculado o número de dias, meses e anos que a pessoa



(a) Autenticação

(b) Registro de usuário

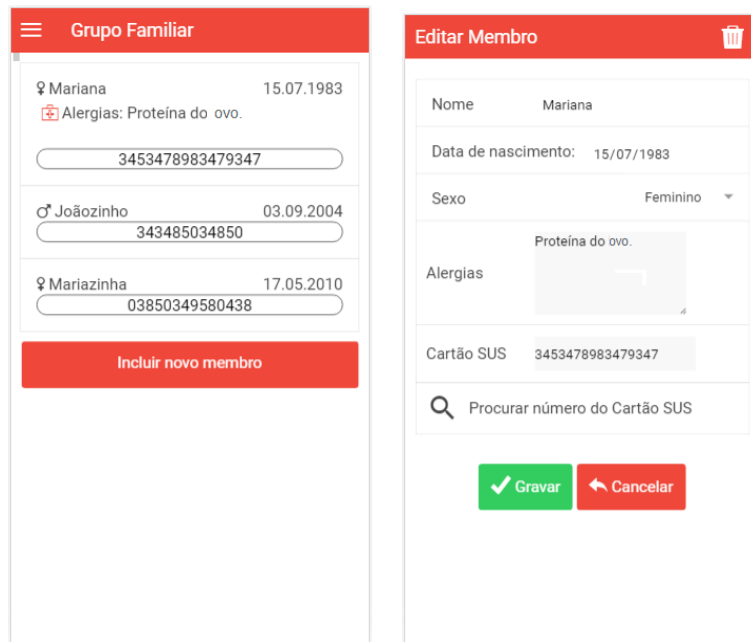
Figura 4.9: Telas de autenticação e de registro.

tem. Em conjunto com o campo “Sexo”, esses dados permitem identificar a faixa etária da pessoa e o esquema vacinal adequado. Ao contrário do que ocorre para os homens, para as mulheres são exibidas opções de vacinas disponíveis para gestantes. A cada novo acesso do usuário ao aplicativo, os dados derivados da data de nascimento são atualizados para assegurar a faixa etária correta de cada pessoa registrada.

No formulário para registro de membro do grupo familiar, além dos dados necessários para a identificação da pessoa, há um campo para registrar alergias que a pessoa tenha e que possam causar reações às vacinas, e um botão para procurar pelo número do Cartão SUS no sítio do Ministério da Saúde.

Devido à inexistência de *web services* de acesso público para recuperação automática do Cartão SUS a partir das informações registradas, não restou outra alternativa senão a de abrir o *web app* desenvolvido pelo Datasus quando o botão é tocado. Nela é possível a recuperação por diversos critérios, entre eles CPF, DNV (declaração de nascido vivo, que todo recém-nascido recebe antes de sair do hospital) e combinação do nome da pessoa, nome da mãe, data e local de nascimento. Uma nova versão do aplicativo poderá implementar o recurso da busca automática do Cartão SUS, caso essa possibilidade esteja disponível.

O número do Cartão SUS e as alergias foram consideradas importantes pelas pessoas que participaram do levantamento de requisitos, de um lado por identificar quem recebe a vacina de forma precisa e, de outro, por ajudar a evitar reações alérgicas decorrentes da



(a) Listagem do grupo familiar (b) Edição de membro do grupo

Figura 4.10: Cadastramento do grupo familiar.

vacinação. O campo para registro das alergias teve tantas citações pelos entrevistados que optamos por mostrar essa informação em todas as listas dos membros do grupo familiar.

4.4.3 Registro de Vacinas

As informações sobre as vacinas são armazenadas na IBM Bluemix, que oferece o serviço de banco de dados Cloudant, uma variante do CouchDB. A manutenção dos dados das vacinas é feita por meio de interface disponível na Bluemix. Sempre que ocorre uma alteração nos dados existentes, ela é automaticamente replicada nos bancos de dados locais dos dispositivos que têm o aplicativo instalado, garantindo assim que os usuários sempre terão os dados atualizados.

Na opção “Registro de Vacina” é exibida uma lista das pessoas cadastradas, de forma similar à opção “Grupo Familiar”. Após tocar sobre o nome da pessoa desejada, o sistema exibirá a lista das vacinas disponíveis para registro (Figura 4.11a) e, ao selecionar uma delas, é exibido o formulário para informar as datas de cada dose ou reforço. Nesse formulário, exibido nas figuras 4.11b e 4.11c, estão disponíveis os seguintes recursos:

- Chave deslizante com o rótulo “Somente a minha faixa etária” (Figura 4.11b): se ativada, exibe o esquema vacinal apenas da faixa etária da pessoa selecionada; caso contrário, exibe todas as faixas etárias contempladas pela vacina escolhida. Esse funcionamento foi escolhido por dois motivos: evita a poluição visual do formulário

e, ao mesmo tempo, permite que a pessoa registre as vacinas que tomou quando estava em faixas etárias anteriores. Além disso, permite às mulheres registrar as vacinas próprias para gestantes.

- Formulário de registro do esquema vacinal (Figura 4.11b), no qual são preenchidas as datas que a pessoa tomou a dose ou reforço, e exibidas informações sobre quando deverão ser tomadas as doses ou reforços seguintes.

A partir da data da primeira dose, o sistema calcula automaticamente a data programada para as seguintes, e sempre que uma nova dose é registrada, ele faz a reprogramação. O tempo entre uma dose e outra faz parte da estrutura de dados criada para registro das vacinas na IBM Bluemix, podendo ser dias, meses e anos no intervalo entre elas.

- Por fim, abaixo dos botões de gravação do formulário está também disponível o bloco de informações sobre a vacina escolhida (Figura 4.11c), que exibe as informações consideradas relevantes pelos participantes da fase de levantamento de requisitos: descrição, indicações, doenças evitadas, reações adversas, contraindicações, etc.

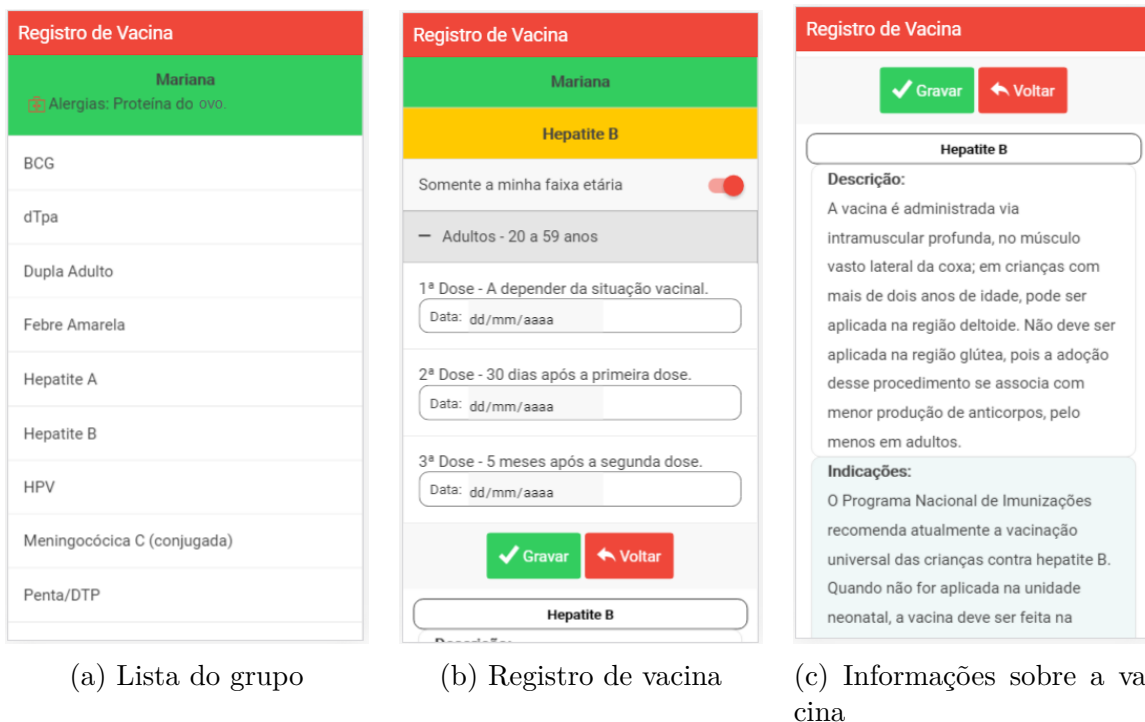
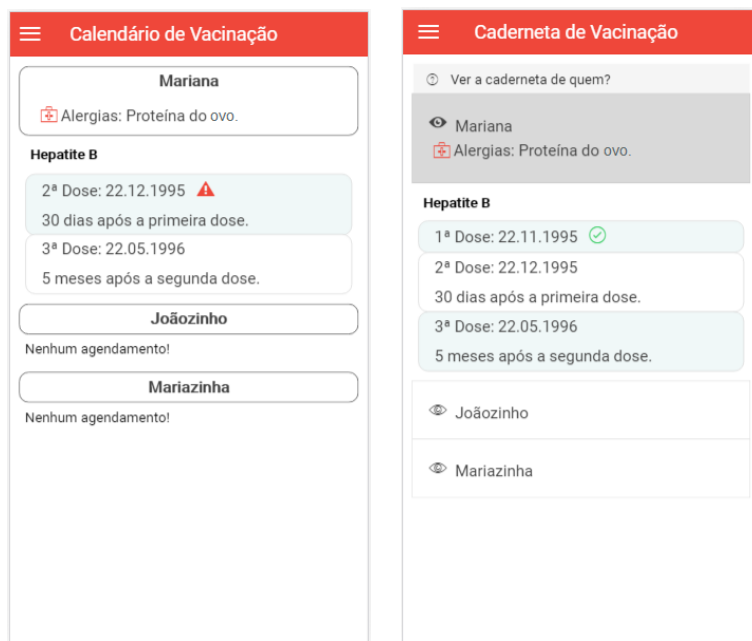


Figura 4.11: Registro de vacinas.

4.4.4 Calendário e Caderneta de Vacinação

As opções “Calendário de Vacina” e “Caderneta de Vacinação” apresentam, na forma de consulta, as informações do grupo familiar e do registro de vacinas. A primeira exhibe apenas as doses de vacinas agendadas, ou seja, que ainda não tiveram sua data de aplicação informada pelo usuário, ao passo que a segunda exhibe também as datas das doses já aplicadas.



(a) Agendamento das Vacinas (b) Caderneta de Vacinação

Figura 4.12: Agendamento e Caderneta de Vacinação.

O calendário da vacina indica com um triângulo vermelho o primeiro agendamento de cada vacina cujo esquema vacinal não foi completado, conforme pode ser visto na Figura 4.12a, alertando o usuário sobre a data prevista de aplicação. Para evitar a indução de erros, são exibidos os agendamentos de todos os membros do grupo familiar, sem a necessidade de tocar sobre o nome deles para que seu agendamento seja exibido. Pelo mesmo motivo, é também explicitada a falta de pendências no esquema vacinal dos membros.

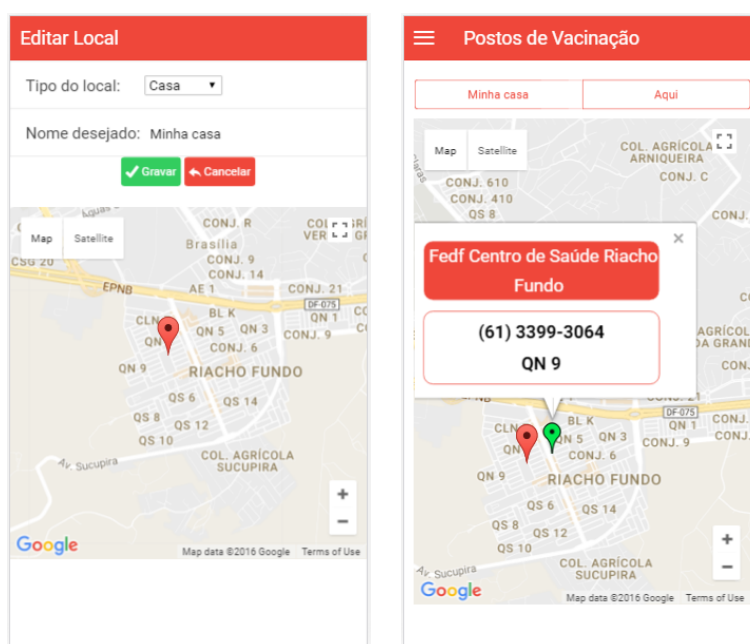
Dentre os requisitos considerados mais importantes pelos participantes do levantamento está o recebimento de notificações da proximidade de datas programadas. Entretanto, esse recurso não foi implementado devido aos custos para a contratação da infraestrutura computacional necessária, à natureza acadêmica deste trabalho e aos prazos para o cumprimento dos objetivos aqui propostos.

A opção “Caderneta de Vacinação” segue o padrão de funcionamento do aplicativo e exibe inicialmente os nomes das pessoas registradas. Quando o usuário toca sobre algum deles, são exibidas todas as doses das vacinas que tiveram alguma data informada, seja de aplicação, seja de agendamento. Para facilitar a identificação de cada tipo, as já aplicadas são indicadas por meio de um *checkmark* (sinal de marcado) na cor verde, enquanto que as agendadas exibem a data programada para aplicação e o intervalo de tempo em relação às doses anteriores (Figura 4.12b).

Alguns entrevistados sugeriram a possibilidade de enviar por PDF ou por Bluetooth os dados da caderneta de vacinação para o e-mail ou *WhatsApp* de médicos ou clínicas, permitindo aos mesmos verificarem a situação vacinal dos membros do grupo familiar registrados no aplicativo. A implementação desse recurso não foi considerada prioritária por não estar diretamente ligada aos objetivos deste trabalho e, por isso, poderá ser tratada em versões futuras.

4.4.5 Georreferenciamento e Geolocalização

Para permitir a localização de postos de vacinação a partir dos pontos de interesse do usuário do aplicativo, foram implementadas as opções “Locais” e “Postos de Vacinação”.



(a) Registro dos locais do usuário

(b) Localização dos Postos de Vacinação

Figura 4.13: Registro dos locais de interesse e localização dos postos de vacinação.

O registro de cada local de interesse consiste em informar seu tipo (casa, trabalho ou escola), informar um nome para exibição e, no mapa, tocar sobre a posição onde ele se

encontra (Figura 4.13a). Na inclusão de novos locais o mapa tem como posição central a posição atual do usuário, ao passo que, na alteração, o centro do mapa respeita a informação armazenada. Buscando facilitar a identificação dos locais, estão habilitados no mapa os recursos de ampliação ou redução da escala e os modos de exibição “mapa” ou “satélite”.

A implementação da funcionalidade faz uso da Google Maps API para exibição e navegação no mapa, do Apache Cordova *Geolocation plugin* para determinação da posição atual do usuário e do Cloudant Database para armazenamento dos dados. Tendo em vista a necessidade de identificar as coordenadas geográficas da posição atual do usuário, o correto funcionamento exige a ativação do GPS do dispositivo e a visibilidade de algum satélite.

A busca georreferenciada dos postos de vacinação foi uma das funcionalidades mais citadas durante o levantamento de requisitos e permite ao usuário localizá-los no mapa a partir dos locais previamente cadastrados, apesar de não haver obrigatoriedade de informá-los. Se existem locais registrados, será possível clicar sobre o nome deles para que o mapa seja automaticamente centralizado nas suas coordenadas geográficas; caso contrário, estará disponível apenas a centralização a partir da posição atual do usuário.

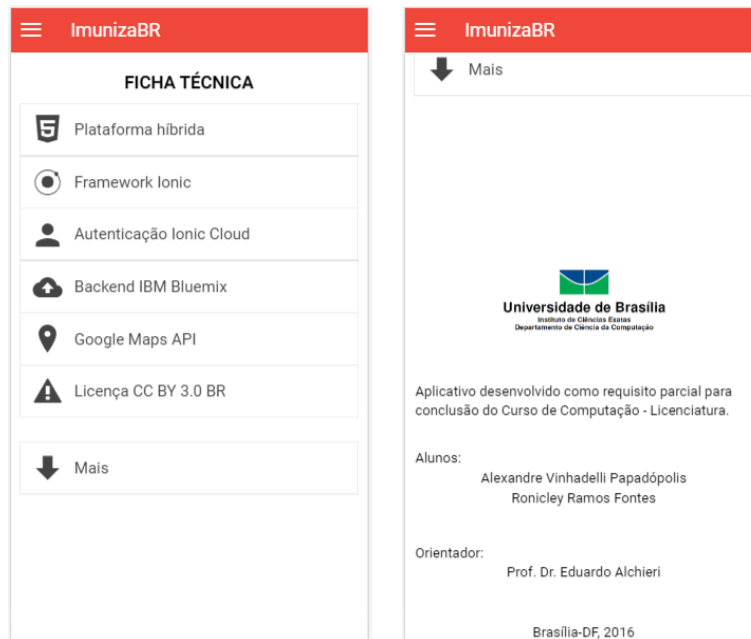
Conforme pode ser visto na Figura 4.13b, a indicação dos locais de interesse é feita por meio de marcadores vermelhos e a dos postos de vacinação por meio de marcadores verdes. Se o usuário toca em algum marcador verde é exibido um quadro com o nome, telefone e endereço do posto de vacinação. Estão também disponíveis os recursos de aumento/redução da escala e os modos de exibição mapa/satélite. Outra semelhança é a exigência do GPS estar disponível e com sinal de satélite.

Os recursos tecnológicos utilizados para implementar a busca georreferenciada foram os mesmos dos locais de interesse e, adicionalmente, utilizou-se também a Yelp API para obter informações sobre os postos de saúde próximos a um ponto central.

4.4.6 Informações sobre o ImunizaBR

A opção “Sobre” detalha as tecnologias utilizadas na implementação do aplicativo e a licença de uso adotada para o código fonte. Cada item exibido no bloco “Ficha Técnica” (Figura 4.14a) é um *link* para o sítio utilizado como referência pelos autores e, quando tocado, abre uma nova janela do navegador do dispositivo para apresentá-lo.

Nessa mesma opção, abaixo da lista de tecnologias, são apresentados os dados do trabalho que originou o desenvolvimento do aplicativo, conforme a Figura 4.14b.



(a) Tecnologias

(b) Dados do Trabalho

Figura 4.14: Informações sobre o ImunizaBR.

4.5 Conclusões do Capítulo

Iniciamos este capítulo apresentando a metodologia da pesquisa e os aspectos nela considerados. Em seguida, foram detalhados os processos de levantamento e consolidação de requisitos, concepção e construção. Por fim, detalhamos as características e funcionalidades do aplicativo implementado, bem como sua relação com os requisitos identificados e tecnologias adotadas.

Tratamos também das dificuldades encontradas durante o ciclo de desenvolvimento e os critérios adotados para a seleção de requisitos, arquitetura, plataforma de desenvolvimento e tecnologias.

Capítulo 5

Avaliação de Resultados

Este capítulo detalha o método utilizado para avaliar os dados da pesquisa e apresenta os resultados obtidos.

5.1 Método de Avaliação

Para verificar se o aplicativo atingiu os objetivos esperados, foi elaborado um formulário na ferramenta *Google Forms* e seu *link* foi distribuído pelos autores nos grupos de *WhatsApp* que participam, formado por colegas de estudo e de trabalho, familiares e amigos. Um vídeo de apresentação das características e funcionalidades do aplicativo foi incorporado ao formulário e os participantes registravam suas respostas após assisti-lo. Devido ao curto espaço de tempo disponível para a conclusão deste estudo, essa foi a alternativa adotada para garantir maior agilidade à coleta de dados e evitar que a avaliação sofresse interferência de aspectos irrelevantes ao estudo, tais como eventuais dúvidas e problemas relativos à instalação em *smartphones* e *tablets*.

As questões do formulário foram elaboradas com o objetivo de identificar tanto os requisitos funcionais quanto os não funcionais e apresentou os resultados abaixo:

1. Na sua opinião, quais as vantagens de usar o aplicativo apresentado no vídeo?
 - Tipo da resposta: Caixas de seleção
 - Obrigatória? Não.
 - Objetivo: confirmar as expectativas de benefícios identificadas no levantamento de requisitos.
 - Respostas:
 - Total: 36

- Diminui o risco de perder os dados registrados na Caderneta de Vacinação: 33 (91,7%)
- Diminui o risco de tomar doses e reforços de vacinas sem necessidade: 29 (80,6%)
- Se o usuário tem o número do Cartão SUS, pode ajudar as estatísticas sobre imunização: 17 (47,2%)
- Permite acompanhar melhor a situação vacinal das pessoas registradas no aplicativo: 29 (80,6%)
- Diminui o risco de reação à vacina causada por alergias: 14 (38,9%)
- Ajuda a informar a população sobre as vacinas, suas doses e reforços: 26 (72,2%)
- Outros: 5 (13,9%), sem nenhuma sugestão escrita.

2. Qual a sua impressão sobre o visual do aplicativo?

- Tipo da resposta: Escala de 1 (fraco) a 5 (excelente)
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar o atendimento das expectativas quanto ao aspecto visual do aplicativo.
- Respostas:
 - Total: 36
 - 1: 0 (0%)
 - 2: 2 (5,6%)
 - 3: 2 (5,6%)
 - 4: 12 (33,3%)
 - 5: 20 (55,6%)

3. O quanto você achou o aplicativo fácil de usar?

- Tipo da resposta: Escala de 1 (muito difícil) a 5 (muito fácil)
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar o atendimento das expectativas quanto à usabilidade.
- Respostas:
 - Total: 36
 - 1: 0 (0%)

- 2: 0 (0%)
- 3: 2 (5,9%)
- 4: 16 (44,4%)
- 5: 18 (50,0%)

4. Para um aplicativo que se propõe a ajudar no controle das vacinas, o que você achou das funcionalidades existentes?

- Tipo da resposta: Escala de 1 (muito distantes da necessidade) a 5 (atendem totalmente a necessidade)
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar o atendimento das expectativas quanto à usabilidade.
- Respostas:
 - Total: 36
 - 1: 0 (0%)
 - 2: 0 (0%)
 - 3: 2 (5,9%)
 - 4: 14 (38,9%)
 - 5: 20 (55,6%)

5. Quais características você gostaria que fossem implementadas numa próxima versão?

- Tipo da resposta: Caixas de seleção
- Obrigatória? Não.
- Objetivos:
 - (a) Verificar se as impressões iniciais dos autores a respeito de possíveis versões futuras seriam confirmadas pelas pessoas.
 - (b) Identificar outros recursos funcionais desejáveis ao aplicativo, além dos que já haviam sido identificados.
- Respostas:
 - Total: 36
 - Poder registrar o local onde tomei a vacina digitando ou recuperando pelo GPS: 20 (55,6%)
 - Fotografar e guardar o rótulo da vacina tomada, que informa o lote, validade, etc.: 17 (47,2%)

- Recuperar o número do Cartão SUS a partir do próprio aplicativo: 22 (61,1%)
- Pesquisar postos de vacinação particulares, além dos públicos: 15 (41,7%)
- Enviar a caderneta do aplicativo por e-mail ou *WhatsApp* (por exemplo, para um pediatra): 24 (66,7%)
- Receber no aplicativo os dados das vacinas que já tomou, a partir dos dados dos postos de saúde: 24 (66,7%)
- Poder registrar outros números de identificação, por exemplo o do prontuário eletrônico do GDF: 17 (47,2%)
- Outros: 1 (2,8%), sugerindo incluir vacinas da rede particular.

6. Na sua opinião, o aplicativo deve estar disponível na App Store e na Google Play?

- Tipo da resposta: Sim ou Não
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar o interesse das pessoas em ao menos ter a possibilidade de baixar o aplicativo.
- Respostas:
 - Total: 36
 - Sim: 35 (97,2%)
 - Não: 1 (2,8%)

7. Nesta avaliação, que papel você exerce?

- Tipo da resposta: opções compatíveis com os perfis interessados no aplicativo.
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar se houve participação de todos os perfis.
- Respostas:
 - Total: 36
 - Usuário de aplicativos: 22 (61,1%)
 - Médico: 1 (2,8%)
 - Enfermeiro: 6 (16,7%)
 - Agente de Saúde: 1 (2,8%)
 - Outros profissionais da saúde: 6 (16,7%)

8. Se desejar, use o espaço abaixo para sugestões e comentários

- Tipo da resposta: texto livre.
- Obrigatória? Não.
- Objetivo: verificar atendimento das expectativas dos usuários e possibilidades para futuros trabalhos.
- Respostas: 3
 - Considero válida a iniciativa de buscar a melhora do serviço prestado ao paciente.
 - As funcionalidades estão adequadas e o aplicativo pode ajudar na aplicação de políticas públicas.
 - Integração do aplicativo com os dados do SI-PNI, buscando dar maior confiabilidade aos dados registrados.

5.2 Consolidação dos Resultados

A quase totalidade dos participantes da avaliação do aplicativo manifestou-se favorável à oferta do aplicativo nas lojas da Apple e da Google. De um total de 36 respostas, apenas uma não concordou com a oferta pública.

Com relação à avaliação dos requisitos funcionais e não funcionais, as perguntas permitiam a resposta numa escala de 1 (não atendeu à expectativa) a 5 (atendeu plenamente à expectativa). Para facilitar a análise, as respostas foram resumidas na Tabela 5.1 da seguinte forma: as respostas 5 e 4 foram somadas na coluna “Atendeu à expectativa”, as respostas 2 e 1 foram somadas na coluna “Não atendeu à expectativa” e a resposta 3 foi colocada na coluna “Indiferentes”.

Tabela 5.1: Atendimento das expectativas quanto a requisitos funcionais e não funcionais

Requisito	Respostas	Atendeu à expectativa		Não atendeu à expectativa		Indiferentes	
		Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%
Aspectos visuais	36	32	88,8%	2	5,6%	2	5,6%
Usabilidade	36	34	94,1%	0	0%	2	5,9%
Funcionalidades disponíveis	36	34	94,1%	0	0%	2	5,9%

Observação: devido à impossibilidade de instalação nos celulares dos participantes, o aplicativo não foi avaliado quanto os requisitos de segurança e desempenho.

Da Tabela 5.1, constata-se um percentual médio acima de 90% de satisfação dos participantes quanto aos requisitos funcionais e não funcionais.

Outra análise feita a partir das respostas foi quanto aos benefícios trazidos pelo aplicativo, apresentados na Tabela 5.2 em ordem decrescente de respostas, que demonstra a eficiência da proposta para registro da situação vacinal, divulgação de informações sobre as vacinas e diminuição do risco de perda dos dados e de aplicação desnecessária de doses. Os outros benefícios apresentados como opção de resposta não tiveram a mesma relevância para os participantes.

Tabela 5.2: Lista decrescente de benefícios advindos com o uso do aplicativo

Benefício	Respostas	
	Qtd.	%
Diminuição do risco de perder os dados da Caderneta de Vacinação	33	91,7%
Diminuição do risco de aplicação desnecessária de doses	29	80,6%
Melhor acompanhamento da situação vacinal	29	80,6%
Dissemina informações sobre as vacinas, suas doses e reforços	26	72,2%
Pode ajudar nas estatísticas sobre imunização	17	47,2%
Diminui o risco de aplicação de vacinas em pessoas alérgicas	14	38,9%

A última análise tratou das funcionalidades não presentes na versão atual, que os participantes gostariam que estivesse presente em uma próxima versão. A Tabela 5.3 apresenta as opções disponíveis para escolha, em ordem decrescente de respostas, na qual destacam-se características relacionadas à integração com outras pessoas e sistemas.

Tabela 5.3: Lista decrescente de características desejadas para a próxima versão

Benefício	Respostas	
	Qtd.	%
Enviar a caderneta por e-mail ou <i>whatsapp</i>	24	66,7%
Receber registros de vacinas a partir de dados do governo	24	66,7%
Recuperar número do Cartão SUS a partir do aplicativo	22	61,1%
Fotografar o rótulo da vacina, que informa lote e validade	17	47,2%
Registrar outros dados de identificação. Por exemplo, o do prontuário eletrônico do GDF	17	47,2%
Pesquisar postos de vacinação particulares, além dos públicos	15	41,7%

5.3 Validação das Hipóteses

Com base nos resultados apresentados na Seção 5.2, obtidos a partir da avaliação do aplicativo pelos grupos escolhidos para estudo, verifica-se ser válida a hipótese de que o uso de aplicativo móvel como forma complementar para registro de vacinas minimiza o risco de perda dos dados registrados na caderneta de vacinação.

Pelo mesmo motivo, é considerada também válida a hipótese de que a arquitetura híbrida de desenvolvimento *mobile* permite a implementação das funcionalidades necessárias ao aplicativo.

5.4 Considerações

A aplicação do formulário de avaliação junto aos grupos escolhidos permitiu a análise necessária para validação das hipóteses, tendo sido usado um vídeo para apresentação das funcionalidades do aplicativo.

Capítulo 6

Conclusões

Este capítulo resume o desenvolvimento do estudo, bem como suas contribuições e possibilidades de trabalhos futuros.

6.1 Considerações Finais

Este trabalho apresentou uma alternativa informatizada para complementar o registro dos dados de vacinação, na forma de aplicativo para dispositivos móveis, sendo avaliada como promissora por potenciais usuários, agentes e profissionais de saúde.

6.2 Revisão dos Objetivos

Considera-se cumprido o objetivo geral deste estudo, estando confirmada a eficácia de um aplicativo para dispositivo móvel como forma complementar ao registro na Caderneta de Vacinação, na mitigação dos problemas advindos da sua perda, esquecimento ou degradação, que afetam tanto indivíduos quanto entidades de saúde, conforme descrito no Capítulo 5.

Consideram-se também atingidos os objetivos específicos propostos, tendo em vista que:

- Foi desenvolvido um aplicativo para dispositivo móvel usando a arquitetura híbrida de desenvolvimento *mobile*, apresentado na Seção 4.4;
- Foi avaliada a eficiência da arquitetura híbrida para o desenvolvimento *mobile*, tendo em vista a implementação dos requisitos elencados para a primeira versão do aplicativo e o cumprimento dos prazos propostos, na forma descrita nas seções 4.1, 4.2 e 4.3;

- Foi verificada junto a possíveis usuários, agentes e profissionais de saúde, a expectativa de mitigação dos problemas relativos à perda, esquecimento ou degradação da Caderneta de Vacinação com o uso do aplicativo proposto, conforme descrito na Seção 5.1.

6.3 Trabalhos Futuros

A continuidade deste estudo pode contemplar o uso dos *web services* do Ministério da Saúde, caso seja possível a filtragem das unidades de saúde próximas a um local por critérios como natureza (pública/privada) e serviços oferecidos, aumentando a qualidade do serviço de localização de postos de vacinação. Outro desdobramento pode ser a integração dos dados da vacinação da população, disponíveis no SI-PNI, alimentando o repositório pessoal dos dados de vacinação disponível no aplicativo.

A participação das secretarias de saúde municipais e estaduais permitiria também a inclusão de novas funcionalidades demandadas pelos entrevistados durante o levantamento de requisitos, que envolvem (a) consulta a vacinas sugeridas ou exigidas para determinadas regiões, do Brasil e do exterior, (b) informações sobre campanhas de vacinação, (c) informações a respeito da disponibilidade de vacinas nos postos de saúde, entre outras.

Na falta de participação dos órgãos de governo, podem ser implementados recursos colaborativos baseados em redes *peer-to-peer* para compartilhamento de avaliações de serviços, locais de vacinação e disponibilidade de vacinas.

Referências

- [1] A. Amaro, A. Póvoa, and L. Macedo. A arte de fazer questionários. *Porto, Portugal: Faculdade de Ciência da Universidade do Porto*, 2005. 38, 43, 46
- [2] Amazon. O que é nosql? <https://aws.amazon.com/pt/NoSQL>. Acessado em 29/05/2016. 28
- [3] R.F. Aniceto and R.C. Xavier. *Um Estudo Sobre a Utilização do Banco de Dados NoSQL Cassandra em Dados Biológicos*. Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Departamento Ciência da Computação. 28
- [4] Apache Project. Couchdb replication protocol. <http://docs.couchdb.org/en/master/replication/protocol.html>. Acessado em 18/08/2016. 29
- [5] J.L. Benchimol. *Febre amarela: A Doença e a Vacina, uma história inacabada*. Fiocruz, 2001. 8
- [6] T. Berners-Lee. Information management: a proposal. <https://www.w3.org/History/1989/proposal.html>. Acessado em 02/07/2016. xi, 24
- [7] L.V. Bertalanffy. *Teoria Geral dos Sistemas*. Vozes, 2008. 25
- [8] C.C. Bicalho. *Bancos de Dados em Dispositivos Móveis*. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014. 28
- [9] Comitê Gestor da Internet BRASIL. Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação nas empresas brasileiras, 2014. <http://cgi.br/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao>. Acessado em 04/05/2016. 13
- [10] Fiocruz BRASIL. Como surgiram as vacinas? <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/perguntas-frequentes/69-perguntas-frequentes/perguntas-frequentes-vacinas/213-como-surgiram-as-vacinas>. Acessado em 02/05/2016. 4
- [11] Governo Eletrônico BRASIL. Fórum debate tecnologias móveis para prestação de serviços públicos. <http://www.governoeletronico.gov.br/noticias-e-eventos/noticias/forum-debate-tecnologias-moveis-para-prestacao-de-servicos-publicos>. Acessado em 05/05/2016. 14

- [12] Governo Eletrônico BRASIL. Serviços públicos digitais, integração de bases de dados e autenticação simplificada do cidadão no governo brasileiro. <http://www.governoeletronico.gov.br/biblioteca/arquivos>. Acessado em 04/05/2016. 14
- [13] Governo Eletrônico BRASIL. Uso de dispositivos móveis? <http://www.governoeletronico.gov.br>. Acessado em 03/05/2016. 13, 14
- [14] Ministério da Saúde BRASIL. Interoperabilidade. <http://datasus.saude.gov.br/interoperabilidade>. Acessado em 20/05/2016. 14
- [15] Ministério da Saúde BRASIL. Manual de Normas e Procedimentos para Vacinação, 2014. <https://www.saude.gov.br/bvs>. Acessado em 03/05/2016. 4, 8, 11, 15, 31
- [16] Ministério da Saúde BRASIL. SI-PNI - sistema de informação do programa nacional de imunizações. <http://pni.datasus.gov.br>. Acessado em 02/05/2016. 5, 9
- [17] Ministério da Saúde BRASIL. TABNET, informações de saúde. <http://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude/tabnet>. Acessado em 02/08/2016. 9
- [18] Portal da Educação BRASIL. Imunização no Brasil. <https://www.portaleducacao.com.br/enfermagem/artigos/48339/imunizacao-no-brasil>. Acessado em 18/11/2016. 4
- [19] D. Brian. Assembling an open-source mobile app development stack. *Gardner Technical Professional Advice*, mar. 2015. xi, 52, 53
- [20] Cetic. Uso de tecnologias móveis para a oferta de informações e serviços ainda é um desafio para setor público brasileiro, aponta cetic.br. <http://cetic.br/noticia/uso-de-tecnologias-moveis-para-a-oferta-de-informacoes-e-servicos-ainda-e-um-desafio-para-setor-publico-brasileiro-aponta-cetic-br>. Acessado em 03/05/2016. 12, 13
- [21] Creative Commons. Licença cc by 3.0 br (licença do código fontes). <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/br/deed.pt>. Acessado em 14/10/2016. 55
- [22] C.J. Date. *Introdução a sistemas de bancos de dados*. Campus, 2014. 28
- [23] S. Elmasri and R.B. Navathe. *Sistemas de Banco de Dados*. Pearson Education, São Paulo, 6 edition, 2011. 27
- [24] Revista Exame. Aplicativo ajuda a agilizar processo de transplante de órgão. <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/aplicativo-ajuda-a-agilizar-processo-de-transplante-de-orgao>. Acessado em 03/05/2016. 19
- [25] C.C.C. Fernandes. Maturidade do governo eletrônico: Análise de Experiências Estaduais, Seminário Apresentado no Curso de Doutorado em Administração. <http://repositorio.enap.gov.br>. Acessado em 23/11/2016. 11

- [26] Portal de Notícias Globo. Baixa procura faz secretaria da saúde prolongar tempo de campanha. meta é imunizar 2,5 milhões de pessoas na capital paulista. <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/05/campanha-de-vacinacao-contragripe-e-prorrogada-ate-29-de-maio-em-sp.html>. Acessado em 02/05/2016. 8, 18
- [27] Google. Google maps para todas as plataformas. <http://developers.google.com/maps/?hl=pt-br>. Acessado em 14/10/2016. 54
- [28] B.J. Hannah and M.J. Edwards. *Introdução à informática em enfermagem, 3a ed.* Artmed, Porto Alegre, 2009. 16
- [29] G. Hochman. Vacinação, varíola e uma cultura da imunização no Brasil. *Jornal: Ciência e Saúde coletiva*, pages 1–5, 2011. 8
- [30] IBM. Deploy and manage hybrid apps. <https://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-bluemixfoundry>. Acessado em 14/10/2016. 54
- [31] IBM. Ibm cloudant. <https://cloudant.com>. Acessado em 18/10/2016. 29
- [32] Ionic. The ionic cloud. <https://docs.ionic.io>. Acessado em 14/10/2016. 54
- [33] Ionic. The ionic framework. <https://ionicframework.com>. Acessado em 14/06/2016. 29
- [34] S. Johnston. Cloud computing image. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Cloud_computing.svg. Acessado em 27/11/2016. xi, 55
- [35] D. Leffingwel and D. Widrig. *Managing software requirements: a unified approach.* Addison-Wesley, 2000. 78
- [36] L.G. Lima, C.S. Nobre, A.N.M.U Lopes, K.M.C Rolim, C.M. Albuquerque, and M.A.L. Araújo. A utilização da caderneta de saúde da criança no acompanhamento infantil. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, 20(2):167–174, 2016. 5
- [37] V.C. Maniero, M.O. Santos, R.L. Ribeiro, P.A.C. de Oliveira, T.B. Silva, A.B. Moleri, I.R. Martins, C.C. Lamas, and S.V. Cardozo. Dengue, chikungunya e zika vírus no Brasil: situação epidemiológica, aspectos clínicos e medidas preventivas. *Almanaque Multidisciplinar de Pesquisa*, 1(1), 2016. 4
- [38] CNova Marketplace. Crescimento do mercado mobile no Brasil e no mundo. <http://marketplace.br.cnova.com/artigo/crescimento-do-mercado-mobile-no-brasil-e-no-mundo>. Acessado em 14/04/2016. xi, 30, 31
- [39] P.L. McGee. *Gerenciamento estratégico da informação: aumente a competitividade e a eficiência de sua empresa utilizando a informação como uma ferramenta estratégica, 1994.* Campus, Rio de Janeiro, 1994. 17
- [40] G.B. Nascimento and J.L. Santos. Segurança da informação em acervos arquivísticos: estudo de caso no arquivo geral da pró-reitoria administrativa da universidade federal da paraíba. *Archeion Online*, 2(1), 2014. 5

- [41] W.P. Paula Filho. *Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões*. LTC, 3 edition, 2009. 25, 36
- [42] L.H.C. Pinochet. Tendências de tecnologia de informação na gestão da saúde. *Sign language studies*, 1(1):382–393, 2011. 12, 17
- [43] PouchDB Database. Sobre PouchDB. <https://pouchdb.com/learn.html>. Acessado em 18/10/2016. 29
- [44] C.G. Ralha. *Apostila: Teoria Geral dos Sistemas*. UnB, Brasília, 2013. Departamento Ciência da Computação. 25
- [45] H.K. Sato and C.M. Aranda. State immunization program of São Paulo-45 years pioneering spirit, dedication and commitment. *BEPA. Boletim Epidemiológico Paulista (Online)*, 10(120):1–15, 2013. 5
- [46] ScriptBrasil. Android – origem e curiosidades. <http://www.scriptbrasil.com.br/celulares-e-tablets/android/android-origem-e-curiosidades.html>. Acessado em 04/05/2016. 33, 34
- [47] Bravi Software. Comparativo: as diferenças entre desenvolvimento nativo, híbrido e web app no contexto mobile. <http://blog.bravi.com.br/comparativo-as-diferencas-entre-desenvolvimento-nativo-hibrido-e-web-app>. Acessado em 27/04/2016. xi, 52, 53
- [48] R.G. Sousa. História do Brasil, Governo Rodrigues Alves. <http://brasilecola.uol.com.br/historiab/rodrigues-alves.htm>. Acessado em 18/11/2016. 4
- [49] P.M.S.P. Spinola. *Tecnologia da Informação*. In: *Contador JC*. Edgard Blucher, São Paulo, 1997. 12
- [50] Portal Sua Pesquisa. História da internet. <http://www.suapesquisa.com/internet>. Acessado em 23/11/2016. 23
- [51] Revista Super Interessante. Conheça a história do android, o sistema operacional mobile da google. <http://super.abril.com.br/conheca-a-historia-do-android-o-sistema-operacional-mobile-da-google>. Acessado em 04/05/2016. 33
- [52] Revista Super Interessante. Veja a evolução do ios, o sistema operacional mobile da apple. <http://super.abril.com.br/veja-a-evolucao-do-ios-o-sistema-operacional-mobile-da-apple>. Acessado em 05/05/2016. 33
- [53] A.S. Tanenbaum. *Sistemas Operacionais Modernos*. Person Prentice Hall, 3 edition, 2010. 32
- [54] T. C. Tavares, J.L.T. Nogueira, and A.C.B. Garcia. m- participação: Um modelo para auxiliar no aumento da participação do cidadão no processo decisório governamental. in: xxix Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – artigo premiado em 1º lugar no I workshop de computação aplicada em governo eletrônico (wcge

- 2009), 2009, Bento Gonçalves. <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/amp/article/view/3409>. Acessado em 06/05/2016. 15
- [55] J.G. Temporão. O programa nacional de imunização: origens e desenvolvimento. *Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro*, 10(2):601–617, 2003. 8
- [56] E. Turban, D. Leidner, E. McLean, and J. Wetherbe. *Tecnologia da Informação para Gestão: Transformando os Negócios na Economia Digital*. Grupo A - Bookman, 6 edition, 2010. 30
- [57] W3Schools. Html5 introduction. http://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp. Acessado em 14/10/2016. 52

Apêndice A

Detalhamento do *software*

Este apêndice visa apresentar ao leitor a especificação técnica do *software*. Os modelos utilizados para sua elaboração baseiam-se nos *templates* de Leffingwell [35].

A.1 Documento de Visão

O documento de visão apresentado a seguir identifica e organiza as necessidades dos usuários e as características inicialmente identificadas.

A.1.1 Introdução

No Brasil, desde o início do século XIX, as vacinas são utilizadas como medida de controle de doenças. A atual política de imunização brasileira tem origem nos anos 60, com a criação do PNI, motivada pela campanha de erradicação da varíola e que hoje disponibiliza mais de 300 milhões de doses anuais, distribuídas entre 44 imunobiológicos, incluindo vacinas, soros e imunoglobulinas. Conta com aproximadamente 34 mil salas de vacinação e 42 Centros de Referência em Imunobiológicos Especiais (CRIE), que atendem indivíduos portadores de condições clínicas especiais e utilizam variadas estratégias de vacinação, incluindo vacinação de rotina, campanhas, bloqueios vacinais e ações extramuros. O PNI, desde a sua criação, defende uma visão integrada de imunização, que deveria abranger todas as populações inclusive indígena e carcerária. Ele previa a instalação de laboratórios, gestão de técnicas na administração das doses, bem como a necessidade de educação em saúde para tornar a vacinação algo cultural. As grandes campanhas nas décadas seguintes da criação do PNI tiveram sucesso neste aspecto.

Um dos seus pilares de sustentação são as campanhas de vacinação que, de certa forma, são responsáveis por disseminar a cultura da vacinação no Brasil. Entretanto, nos últimos anos, o governo tem encontrado dificuldades para atingir determinadas coberturas de

imunização e várias campanhas têm sido prolongadas para atingir as metas estabelecidas pelo Ministério da Saúde. Por isso, já é comum as pessoas não procurarem as unidades de saúde no prazo estabelecido, contando de antemão com a prorrogação do prazo. Um exemplo desse fato foi a vacinação contra a gripe de 2013. A difícil situação atualmente encontrada no abastecimento de vacinas é outro fator que indica a necessidade de uma coleta de dados mais precisa, pois permitiria uma melhor administração dos baixos estoques neste momento de crise e daria elementos para o planejamento de longo prazo, tanto para a logística de distribuição quanto para a importação de matéria prima para a produção de vacinas.

A.1.2 Problema Abordado

A Tabela A.1 apresenta detalhes sobre o problema abordado, a quem afeta e uma possível solução para ele:

Tabela A.1: Problema a ser abordado

O problema de	Não existir um sistema de registro de vacinas que permita a recuperação de informações em caso de perda ou degradação da Caderneta de Vacinação, ou ainda caso ela seja esquecida quando a pessoa vai ao posto de imunização.
Afeta	Usuários do SUS; Postos de imunização; e Secretarias de saúde de todos os níveis de governo.
Trazendo como impacto	A necessidade de revacinação, causada pela frequente perda do Cartão de Vacinas, pela falta de conectividade entre as bases de dados das Unidades de Saúde, pela falta de uma chave primária para identificação do usuário (usa-se somente o nome), o que acarreta aumento do custo e ineficiência no uso das vacinas.
Uma solução de sucesso seria	O desenvolvimento de um aplicativo para verificar se há melhora do sistema de registro e notificação de vacinas dos beneficiários do programa ESF, especificamente no Centro de Saúde 12 de Ceilândia.

A.1.3 Posicionamento do Produto

A Tabela A.2 resume o espaço que este *software* pretende ocupar.

A.1.4 Descrição dos *Stakeholders*

A Tabela A.3 apresenta a lista dos *stakeholders* identificados e descreve as necessidades e responsabilidades de cada um deles perante o aplicativo.

A.2 Análise de Requisitos

Esta seção apresenta os requisitos funcionais e não funcionais do aplicativo, identificados a partir do levantamento apresentado no Capítulo 4.

Tabela A.2: Posicionamento do produto

Para (usuário alvo)	Usuários dos serviços de imunização do SUS, interessados em registrar e consultar informações sobre suas próprias vacinas ou a de pessoas que fazem parte do seu grupo familiar.
O qual (necessidade e oportunidade)	Há uma deficiência nos serviços de imunização do SUS, que não identificam os usuários por uma chave única (p.ex., número do Cartão SUS), nem oferecem uma base de dados compartilhada com informações sobre quem foi vacinado, que vacinas/doses tomou, local da vacinação etc.
O ImunizaBR é um (categoria do produto)	ImunizaBR, aplicativo para dispositivos móveis desenvolvido com tecnologia híbrida (HTML, CSS, Javascript), usando o framework Ionic.
Que (benefícios chave, que convencem os usuários a utilizá-lo)	Permite registrar grupo familiar e eventos de vacinação, localizar centros de saúde por geolocalização, recuperar o número do Cartão SUS e manter calendário pessoal de vacinação, com consulta histórica.
Ao contrário dos (produtos equivalentes)	Há alguns aplicativos similares, facilmente identificados, na Google Play e Apple Store, com avaliações em geral negativas pelos seus usuários.
Este produto (lista de diferenciais deste produto em relação aos similares)	Nenhum dos aplicativos similares combina as características propostas para o ImunizaBR, tais como geolocalização e grupo familiar.

Tabela A.3: Matriz de necessidades e responsabilidades dos *stakeholders*

Nome	Responsabilidades
Usuário SUS	Registrar e atualizar informações do grupo familiar Registrar e consultar histórico de vacinação Consultar agendamento de vacinas Localizar postos de imunização em mapas Recuperar número do Cartão SUS Receber notificações sobre campanhas de vacinação
Postos de Imunização	Registrar usuários e seus dados: Cartão SUS, local, data, vacina e dose Informar disponibilidade de vacinas no posto
Secretarias de Saúde	Manter calendário de vacinação Informações campanhas de vacinação Informar localização e disponibilidade de vacinas Informar vacinas exigidas por localização

A.2.1 Requisitos Funcionais

A Tabela A.4 descreve as características de alto nível desejadas para o produto, com base nas funcionalidades necessárias e o porquê da sua implementação. Nela também é apresentado o nível de prioridade dado pelos usuários e a versão em que cada recurso estará presente.

A.2.2 Requisitos Não Funcionais

A Tabela A.5 descreve os requisitos de funcionamento, armazenamento e integração desejados para o produto, seu o nível de prioridade dado pelos usuários e a versão em que cada recurso estará presente.

Tabela A.4: Características de alto nível desejadas para o produto

Nome	Necessidade	Prioridade	Recurso	Versão
Usuário SUS	Registrar dados da vacinação de seu grupo familiar. (UC11)	Alta	Cadastro de grupo familiar Recuperação do Cartão SUS de cada integrante do grupo familiar, Registro vacinas de cada integrante do grupo familiar	1.0
Usuário SUS	Registrar e consultar histórico de vacinação (UC12)	Alta	Registro de vacinas e doses Consulta ao histórico de vacinas e doses registradas	1.0
Usuário SUS	Consultar agendamento pessoal de vacinas (UC13)	Alta	Atualização do calendário de vacinação Consulta ao calendário destacando datas de vacinas, reforços e doses	1.0
Usuário SUS	Localizar Centros de Saúde próximos à sua residência ou local de trabalho (UC14)	Alta	Integração com API do Google Maps Identificação georreferenciada da residência e do local de trabalho Busca georreferenciada de Centros de Saúde, próximos à residência, ao local de trabalho ou à posição atual	1.0
Usuário SUS	Receber notificações sobre campanhas de vacinação	Média	Mecanismo para habilitação de recebimento de notificações Integração com serviço Push da Secretaria de Saúde	2.0
Secretarias de Saúde	Informar calendário e campanhas de vacinação	Média	Cadastro de tabelas de domínio (vacinas, doses, campanhas, público alvo, etc.) Cadastro de períodos e datas de vacinação	2.0
Secretarias de Saúde	Informar localização e disponibilidade de vacinas	Baixa	Georeferenciamento dos postos de imunização Cadastramento de postos de imunização, inclusive os especializados em determinadas vacinas Atualização do estoque de vacinas, por posto de imunização	3.0
Secretarias de Saúde	Informar vacinas exigidas por localização	Baixa	Cadastramento de zonas de risco, com indicação das suas vacinas específicas Georeferenciamento das zonas de risco	3.0
Postos de Imunização	Registrar usuários e seus dados: Cartão SUS, local, data, vacina e dose	Baixa	Identificação do usuário do SUS e seu histórico unificado de vacinação, a partir do Cartão SUS Registro de vacinas e doses aplicadas	3.0
Postos de Imunização	Informar disponibilidade de vacinas no posto	Baixa	Controle do estoque de vacinas disponíveis no posto de imunização	3.0

Tabela A.5: Requisitos de funcionamento, armazenamento e integração

Requisito	Prioridade	Versão
Funcionamento em <i>smartphones</i> , e <i>tablets</i> compatíveis com Android e iOS	Alta	1.0
Utilização de banco de dados local, não volátil nem sujeito à remoção acidental de dados	Alta	1.0
Integração com API do Google Maps	Alta	1.0
Integração com web service do Cartão Nacional de Saúde para recuperação do número do Cartão SUS	Alta	1.0
Comunicação com base de dados remota para atualização de informações providas pela Secretaria/Regional de Saúde	Média	2.0

A.3 Análise de Processos

Para melhor compreensão do contexto a ser explorado pelo aplicativo proposto neste estudo, foram analisados os processos relativos à imunização de usuários do SUS e à gestão dos programas e campanhas de vacinação. Os resultados são apresentados nesta seção na forma de diagramas *Business Process Model and Notation* (BPMN).

A.3.1 Processo de Aplicação da Vacina

O processo executado pelo usuário do SUS durante a vacinação é descrito na Figura A.1 e inicia quando ele identifica ser necessário vacinar a si ou a um dos membros do seu grupo familiar. Se ele não sabe onde deve ir para a aplicação, faz uma pesquisa sobre os locais que têm disponibilidade da vacina e verifica o mais conveniente. Chegando ao posto, o enfermeiro anota seus dados, aplica a vacina e registra as vacinas e doses aplicadas na Caderneta de Vacinação e nos cadernos de controle do posto.

O aplicativo aqui proposto prevê a criação de um passo adicional, a ser cumprido pelo usuário do SUS, que permitirá o registro das vacinas em seu banco de dados, de forma complementar à Caderneta de Vacinação. Outra alteração no processo será relativa à verificação da necessidade de vacinação e à localização do posto de vacinação mais conveniente para o usuário, que passarão a ser feitos pelo próprio aplicativo.

A.3.2 Processo de Gestão da Vacinação

A gestão dos programas regulares de vacinação e das campanhas, representada na Figura A.2, envolve basicamente dois atores, que são o posto de vacinação e a secretaria de saúde à qual ele está ligado. O posto de vacinação envia periodicamente os registros das vacinas aplicadas, fazendo uso de sistemas de informação instalados localmente, pois é frequente a falta de conectividade em tempo integral. A digitação no sistema é feita a

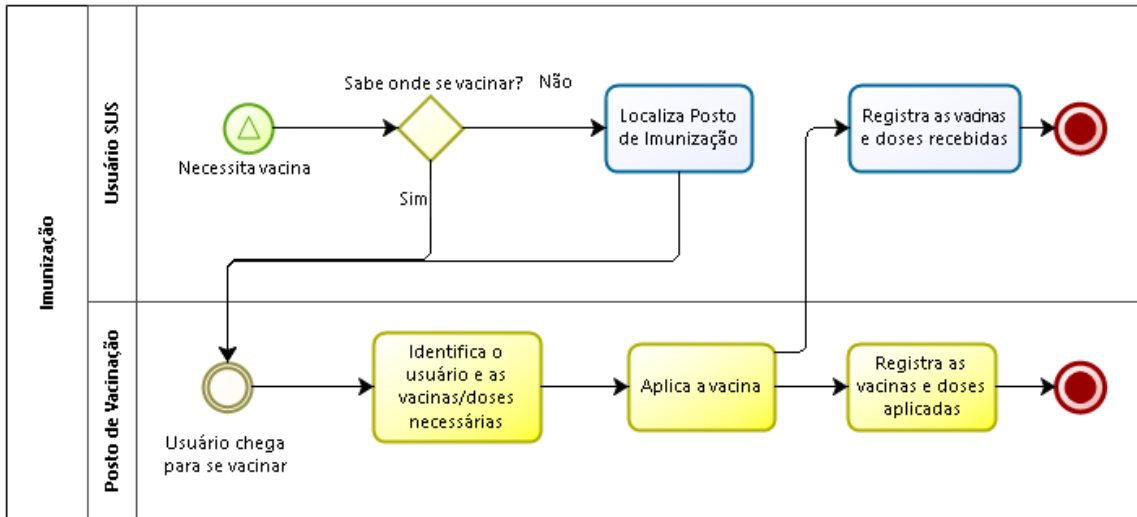


Figura A.1: Processo executado pelo usuário do SUS durante a vacinação.

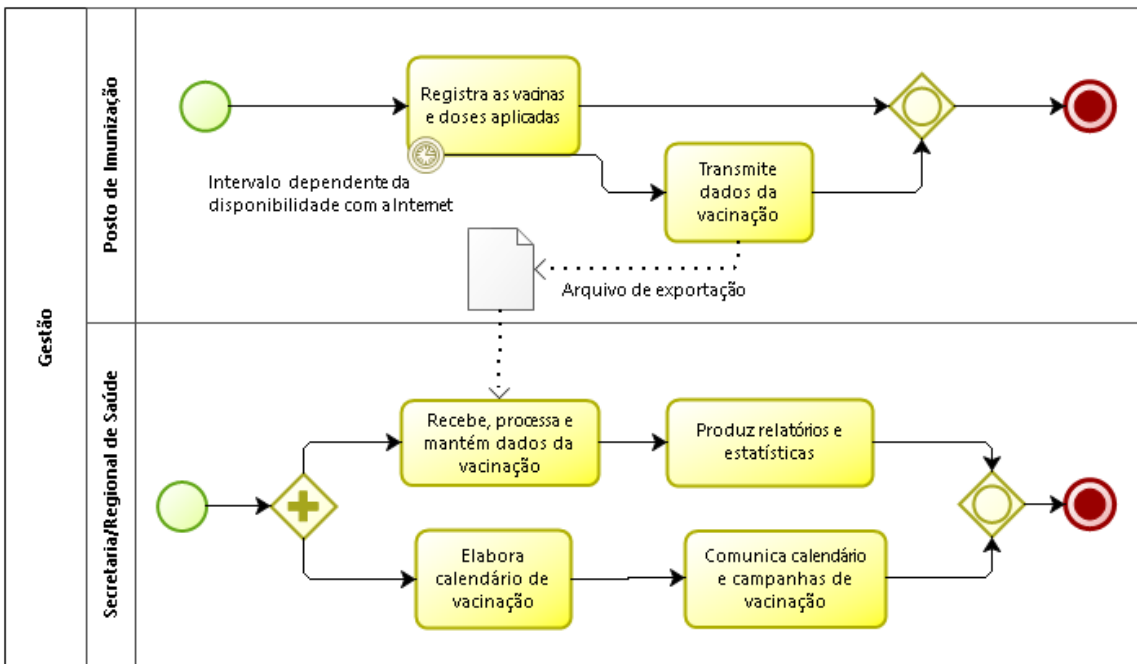


Figura A.2: Processo de gestão da vacinação regular e de campanhas.

partir dos cadernos de controle aonde foram anotadas as aplicações do processo anterior. Dependendo da disponibilidade de recursos, os dados alimentados são transmitidos para a secretaria de saúde diretamente pela Internet ou gravados em *pen drives* para transmissão a partir de outros locais. Do outro lado do processo está a secretaria de saúde e, com base nas estatísticas obtidas com seu banco de dados centralizado, elabora e divulga tanto calendários quanto as campanhas de vacinação.

Os requisitos necessários para a integração com as bases de dados governamentais, somados às limitações de tempo para conclusão deste projeto, impedem qualquer iniciativa que envolva o processo de gestão nesta primeira versão.

A.4 Casos de Uso

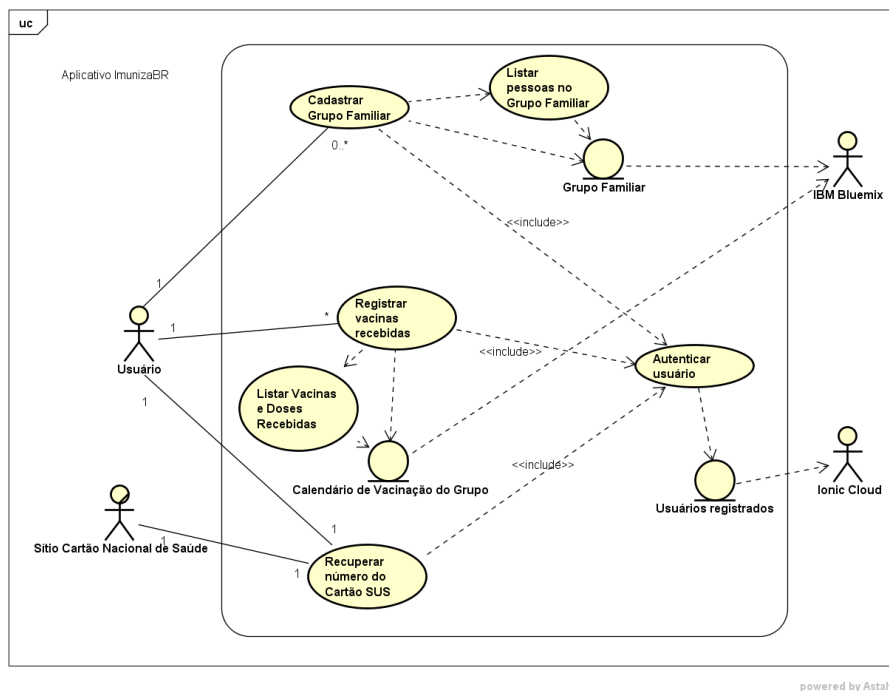


Figura A.3: Casos de uso de grupo familiar e registro de vacinas.

A.4.1 Grupo Familiar

A Figura A.3 exibe a representação gráfica do caso de uso do grupo familiar. O usuário pode registrar todas as pessoas que deseja controlar a situação vacinal. Essa opção apresenta inicialmente o próprio usuário do aplicativo, criado como membro do grupo no momento do registro. O botão “Incluir novo membro” dá acesso ao formulário de cadastramento, no qual são solicitadas as informações necessárias aos controles implementados. A partir do campo “Data de nascimento”, é calculado o número de dias, meses e anos que a pessoa tem. Em conjunto com o campo “Sexo”, esses dados permitem identificar a faixa etária da pessoa e o esquema vacinal adequado. Ao contrário do que ocorre para os homens, para as mulheres são exibidas opções de vacinas disponíveis para gestantes. A cada novo acesso do usuário ao aplicativo, os dados derivados da data de nascimento são atualizados para assegurar a faixa etária correta de cada pessoa registrada.

No formulário para registro de membro do grupo familiar, além dos dados necessários para a identificação da pessoa, há um campo para registrar alergias que a pessoa tenha e que possam causar reações às vacinas, e um botão para procurar pelo número do Cartão SUS no sítio do Ministério da Saúde.

O número do Cartão SUS e as alergias foram consideradas importantes pelas pessoas que participaram do levantamento de requisitos, de um lado por oferecer uma chave forte para identificar quem recebe a vacina e de outro por ajudar a evitar reações alérgicas decorrentes da vacinação. O campo para registro das alergias teve tantas citações pelos entrevistados que optamos por mostrar essa informação em todas as listas dos membros do grupo familiar.

As informações sobre as vacinas são armazenadas na IBM Bluemix, que oferece o serviço de banco de dados Cloudant, uma variante do CouchDB. A manutenção dos dados das vacinas é feita por meio de interface disponível na Bluemix. Sempre que ocorre uma alteração nos dados existentes, ela é automaticamente replicada nos bancos de dados locais dos dispositivos que têm o aplicativo instalado, garantindo assim que os usuários sempre terão os dados atualizados.

A.4.2 Registro de Vacina

A Figura A.3 exibe a representação gráfica do caso de uso do registro de vacinas. Inicialmente é exibida uma lista das pessoas cadastradas, de forma similar à opção “Grupo Familiar”. Após tocar sobre o nome da pessoa desejada, o sistema exibirá a lista das vacinas disponíveis para registro e, ao selecionar uma delas, é exibido o formulário para informar as datas de cada dose ou reforço, com os seguintes recursos:

- Chave deslizante com o rótulo “Somente a minha faixa etária”: se ativada, exibe o esquema vacinal apenas da faixa etária da pessoa selecionada; caso contrário, exibe todas as faixas etárias contempladas pela vacina escolhida. Esse funcionamento foi escolhido por dois motivos: evita a poluição visual do formulário e, ao mesmo tempo, permite que a pessoa registre as vacinas que tomou quando estava em faixas etárias anteriores. Além disso, permite às mulheres registrar as vacinas próprias para gestantes.
- Formulário de registro do esquema vacinal, no qual são preenchidas as datas que a pessoa tomou a dose ou reforço, e exibidas informações sobre quando deverão ser tomadas as doses ou reforços seguintes.

A partir da data da primeira dose, o sistema calcula automaticamente a data programada para as seguintes, e sempre que uma nova dose é registrada, ele faz a

reprogramação. O tempo entre uma dose e outra faz parte da estrutura de dados criada para registro das vacinas na IBM Bluemix, podendo ser dias, meses e anos no intervalo entre elas.

- Por fim, abaixo dos botões de gravação do formulário está também disponível o bloco de informações sobre a vacina escolhida, que exhibe as informações consideradas relevantes pelos participantes da fase de levantamento de requisitos: descrição, indicações, doenças evitadas, reações adversas, contraindicações, etc.

A.4.3 Calendário de Vacina

A Figura A.4 exhibe a representação gráfica do caso de uso do registro de vacinas. As opções “Calendário de Vacina” e “Caderneta de Vacinação” apresentam, na forma de consulta, as informações do grupo familiar e do registro de vacinas. A primeira exhibe apenas as doses agendadas, ou seja, que ainda não tiveram sua data de aplicação informada pelo usuário, ao passo que a segunda exhibe também as datas das aplicações.

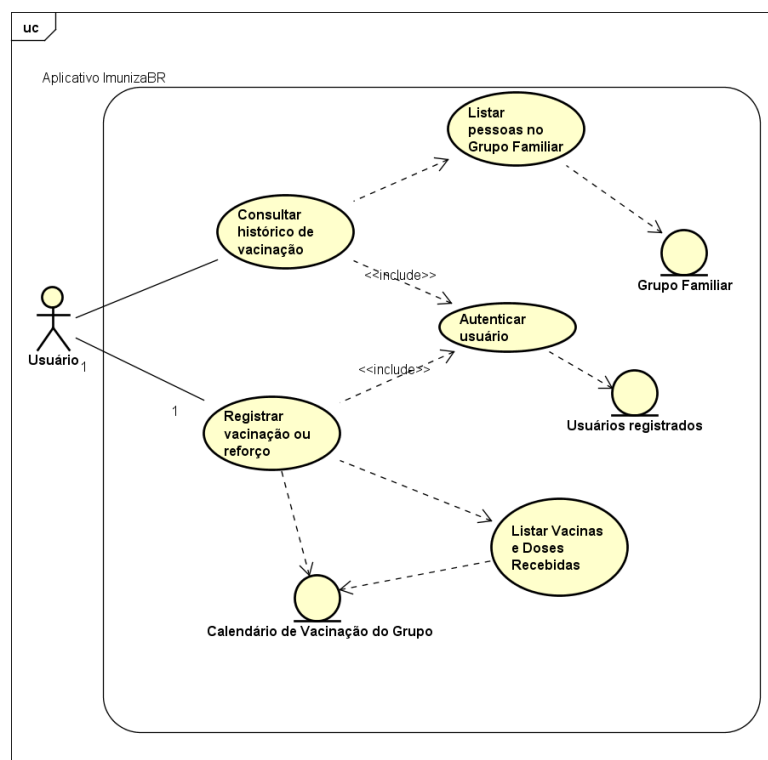


Figura A.4: Casos de uso do calendário e da caderneta de vacinação.

O calendário da vacina indica com um triângulo vermelho o primeiro agendamento de cada vacina cujo esquema vacinal não foi completado, alertando o usuário sobre a data

prevista de aplicação. Para evitar a indução de erros, são exibidos os agendamentos de todos os membros do grupo familiar, sem a necessidade de tocar sobre o nome deles para que seu agendamento seja exibido. Pelo mesmo motivo, é também explicitada a falta de pendências no esquema vacinal dos membros.

A.4.4 Caderneta de Vacinação

A Figura A.4 exibe a representação gráfica do caso de uso da “Caderneta de Vacinação”, que segue o padrão de funcionamento do aplicativo e exibe inicialmente os nomes das pessoas registradas. Quando o usuário toca sobre algum deles, são exibidas todas as doses das vacinas que tiveram alguma data informada, seja de aplicação, seja de agendamento. Para facilitar a identificação de cada tipo, as já aplicadas são indicadas por meio de um *checkmark* (sinal de marcado) na cor verde, enquanto que as agendadas exibem a data programada para aplicação e o intervalo de tempo em relação às doses anteriores.

A.4.5 Locais de Interesse e Postos de Vacinação

A Figura A.5 exibe a representação gráfica do caso de uso das opções “Locais” e “Postos de Vacinação”, que permitem a localização de postos de vacinação a partir dos pontos de interesse do usuário do aplicativo.

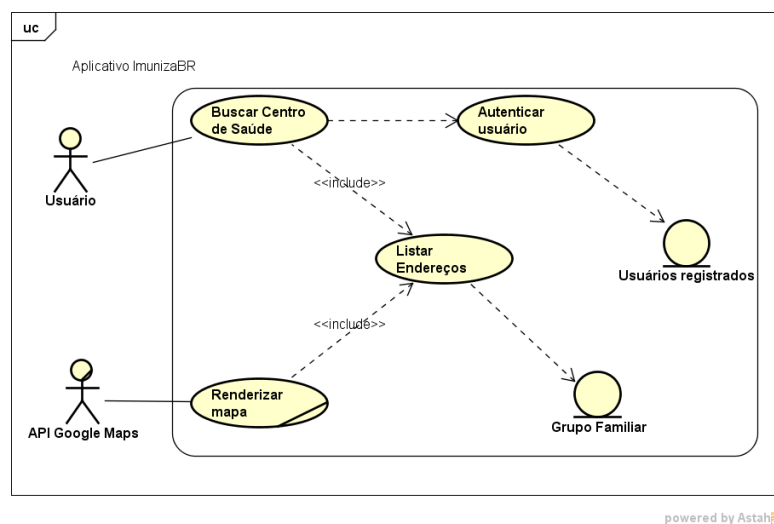


Figura A.5: Caso de uso dos postos de vacinação.

O registro de cada local de interesse consiste em informar seu tipo (casa, trabalho ou escola), informar um nome para exibição e, no mapa, tocar sobre a posição onde ele se encontra. Na inclusão de novos locais o mapa tem como posição central a posição atual do usuário, ao passo que, na alteração, o centro do mapa respeita a informação armazenada.

Buscando facilitar a identificação dos locais, estão habilitados no mapa os recursos de ampliação ou redução da escala e os modos de exibição “mapa” ou “satélite”.

A implementação da funcionalidade faz uso da Google Maps API para exibição e navegação no mapa, do Apache Cordova *Geolocation plugin* para determinação da posição atual do usuário e do Cloudant Database para armazenamento dos dados. Tendo em vista a necessidade de identificar as coordenadas geográficas da posição atual do usuário, o correto funcionamento exige a ativação do GPS do dispositivo e a visibilidade de algum satélite.

A busca georreferenciada dos postos de vacinação permite ao usuário localizá-los no mapa a partir dos locais previamente cadastrados, apesar de não haver obrigatoriedade de informá-los. Se existem locais registrados, será possível clicar sobre o nome deles para que o mapa seja automaticamente centralizado nas suas coordenadas geográficas; caso contrário, estará disponível apenas a centralização a partir da posição atual do usuário.

A indicação dos locais de interesse é feita por meio de marcadores vermelhos e a dos postos de vacinação por meio de marcadores verdes. Se o usuário toca em algum marcador verde é exibido um quadro com o nome, telefone e endereço do posto de vacinação. Estão também disponíveis os recursos de aumento/redução da escala e os modos de exibição mapa/satélite. Outra semelhança é a exigência do GPS estar disponível e com sinal de satélite.

Os recursos tecnológicos utilizados para implementar a busca georreferenciada foram os mesmos dos locais de interesse e, adicionalmente, utilizou-se também a Yelp API para obter informações sobre os postos de saúde próximos a um ponto central.

A.5 Estrutura de Dados

As estruturas de dados criadas para esta primeira versão do aplicativo são exibidas abaixo e são armazenadas em banco de dados NoSQL. Não foram criados esquemas nem validações de tipo ou tamanho, estando o usuário livre para inserir a informação como quiser.

A.5.1 Estruturas do Banco de Dados Local

Grupo Familiar: armazena localmente os todos os dados do grupo familiar

- Id Usuário: identificador exclusivo do usuário do aplicativo, gerado pela Ionic Cloud
- Id Membro: identificador exclusivo do membro do grupo familiar, gerado pelo banco de dados local

- Nome
- Sexo: armazena “Feminino” ou “Masculino”, usado para sugerir o esquema vacinal, que pode ser diferente entre homens e mulheres
- Nascimento: a rotina de gravação calcula e armazena os valores dos campos “Grupo” e “Idade”, abaixo, comparando com a data atual, para definir a faixa etária e fazer a sugestão do esquema vacinal
- Grupo: faixa etária da pessoa, que pode ser “Crianças”, “Adolescentes”, “Adultos” ou “Idosos”
- Idade: *Array* contendo os campos abaixo.
 - Anos
 - Meses
 - Dias
- Alergias
- Cartão SUS
- *Array* de vacinas: armazena apenas as vacinas que o membro tomou
 - Id Vacina: identificador exclusivo da vacina, gerado pelo Cloudant Database
 - Nome
 - *Array* de grupos
 - * Nome
 - * Descrição
 - * *Array* de Doses
 - Sexo: Informa para que sexo a vacina é válida (“Ambos”, “Feminino” ou “Masculino”)
 - Número: número da dose
 - Nome
 - Descrição
 - Idade: para a primeira dose, indica a partir de que idade ela deve ser tomada; para as doses seguintes informa o intervalo de tempo em relação à dose anterior
 - Unidade da idade: dá significado ao campo anterior e pode assumir um dos valores: “dias”, “meses” ou “anos”

- Data executada: data em que a pessoa recebeu a dose
- Data programada: campo preenchido apenas nas doses posteriores à primeira e calculado pela rotina de gravação, somando o intervalo de tempo indicado nos campos “Idade” e “Unidade da idade” à data em que a pessoa recebeu a dose imediatamente anterior

Localizações do usuário

- Id Usuário: identificador exclusivo do usuário do aplicativo, gerado pela Ionic Cloud
- Tipo: tipo do local escolhido pelo usuário (“Casa”, “Trabalho” ou “Escola”)
- Nome: nome que o usuário deseja associar ao local
- Localização: *array* contendo os campos abaixo
 - Latitude
 - Longitude

Vacinas: armazena localmente os dados das vacinas, replicadas a partir da base central. Quando é registrada uma dose de vacina para algum membro do grupo familiar, a rotina de gravação copia esta estrutura para o registro do membro e acrescenta lá os campos “Data executada” e “Data programada”. As explicações de cada campo são as mesmas do grupo familiar.

- Id Vacina
- Nome
- *Array* de grupos
 - Nome
 - Descrição
 - *Array* de Doses
 - * Sexo
 - * Número: número da dose
 - * Nome
 - * Descrição
 - * Idade
 - * Unidade da idade

A.5.2 Estruturas Armazenadas no Cloudant Database

No Cloudant Database são armazenadas as mesmas estruturas do banco de dados local. O repositório de vacinas é replicado de forma unidirecional, sempre do Cloudant Database para a base local. Já os repositórios de grupos familiares e localizações do usuário são sincronizados de forma bidirecional, com o registro mais novo de uma base sobrepondo o mais antigo da outra. O controle necessário para o correto funcionamento da sincronização fica a cargo do Cloudant Database e do PouchDB.

A.5.3 Estruturas Armazenadas no *Ionic Cloud*

No Ionic Cloud são armazenados apenas o e-mail e a senha informados na tela de registro do aplicativo, que não são nem replicados nem sincronizados com outras bases. A cada novo acesso do usuário, a rotina de autenticação verifica se e-mail e senha estão corretos na base do Ionic Cloud. Para gravar e ler dados no Cloudant Database, o aplicativo usa um *hash* gerado a partir do e-mail. Por esse motivo, a menos que se tenha acesso a ambos os bancos remotos e se conheça o algoritmo usado para gerar o *hash*, não há como identificar os dados de um usuário específico na Cloudant Database.

Glossário

Adobe Phonegap Framework para desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis a partir do qual originou o *Apache Cordova* e que hoje o utiliza como base de funcionamento para seus produtos. 29, 52

Android Sistema operacional para dispositivos *mobile* desenvolvido pela Google. ix, 30, 32–34, 52, 82

AngularJS Framework Javascript open source para implementação de controles em uma aplicação *web* ou *mobile*. 54

Apache A *Apache Software Foundation* - ASF - é uma organização sem fins lucrativos fundada em 1999, financiada por doadores e patrocinadores, que tem por missão a “oferta de *software* para o bem público” e busca cumpri-la provendo serviços e suporte para diversos projetos desenvolvidos por comunidades que optam por juntar-se à ASF. 29

Apache Cordova Framework de código aberto para desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis originado do *Apache Cordova* e utilizado como base de funcionamento para diversos produtos, inclusive o *Adobe Phonegap* e o *Ionic*. 29, 32, 52, 62, 88

App Versão reduzida dos termos “aplicação” e “aplicativo”. 6, 13, 52, 54

Back end Designação usual para o lado servidor de uma aplicação, responsável pelo armazenamento de dados ou processamento de informações, que atua em conjunto com o *front end*. 52, 54

Back log Usualmente utilizado no contexto dos métodos ágeis de desenvolvimento, refere-se à lista completa de funcionalidades desejadas para um produto (*Product Back Log*) ou ao conjunto de tarefas que uma equipe se compromete a desenvolver em uma das fases do projeto (*Sprint Back Log*). 36

- IBM Bluemix** Implementação de serviços em nuvem da IBM, baseada na *Cloud Foundry*. 54
- Bluetooth** Protocolo de rede sem fio de curta distância, voltado para o uso pessoal, utilizado para trocar informações entre dispositivos móveis, *notebooks*, computadores, impressoras, etc. 42, 61
- Cloudant Database** Variante do banco de dados *NoSQL CouchDB*, reconhecido pelos fóruns de desenvolvimento especializados em *mobile* como sendo o que melhor trata a questão da sincronização de dados *online* e *offline* com o *PouchDB*. x, 29, 54, 62, 88, 89, 91
- Cluster** Conjunto de computadores interligados que executam as mesmas tarefas de forma distribuída, geralmente vistos como um sistema único. Sua finalidade é aumentar desempenho e disponibilidade a um custo menor do que seria necessário caso apenas um computador executasse todas as tarefas. 28
- Container** Pacote que contém todo o ambiente necessário à execução de um *software*, incluindo dependências, bibliotecas, executáveis e arquivos de configuração. Sua finalidade é permitir a distribuição entre diferentes sistemas operacionais sem a exigência imposta pelas máquinas virtuais de que o próprio sistema operacional faça parte do pacote. 29, 52
- Couch Replication Protocol** Protocolo *open source* desenvolvido pela equipe do *CouchDB* para a replicação entre diferentes instâncias do banco de dados e sua sincronização com dispositivos *mobile*. 29
- CouchDB** Banco de dados não-relacional (NoSQL) que usa o formato JSON para armazenar os dados, a linguagem JavaScript para consultas, o *MapReduce* para recuperação de dados e o *Couch Replication Protocol* para replicação e sincronização de dados. Foi lançado em 2005 e tornou-se projeto da *apache* em 2008. 28, 29, 54
- Data Warehouse** Repositório de dados destinado à análise gerencial e estratégica de informações coletadas a partir de fontes estruturadas ou não e armazenadas em modelos dimensionais formados por tabelas de fatos e de domínios. 17
- Facebook** Rede social para divulgação de perfis individuais e corporativos, com abrangência mundial e baseada na *web*. 24

Framework No contexto do desenvolvimento de *software*, deve ser entendido como arcabouço ou esqueleto que permite o uso de componentes para implementar as funcionalidades e, assim, dar maior padronização e qualidade ao produto gerado. Nesse sentido, pode ser comparado à construção de uma casa pré-moldada. Nos demais contextos em que o termo é apresentado neste estudo, deve ser entendido como o conjunto de melhores práticas sobre o tema, do qual são selecionadas as mais adequadas para uma determinada organização. 22, 25, 51, 54

Front End Parte de uma aplicação computacional mais próxima do usuário final, responsável pela coleta de informações bem como pela sua apresentação, deixando a cargo dos serviços de *back end* as tarefas de armazenamento de dados e processamento. 54

Google Maps API *Web service* provido pela Google para interligar aplicações aos seus mapas, permitindo a navegação, aumento e diminuição da escala, modos de visão mapa/satélite e uso de marcadores personalizados para indicar locais de interesse. 62, 88

Google Places API *Web service* provido pela Google para retornar informações sobre estabelecimentos, posições geográficas, pontos de interesse e outros lugares, a partir de chamadas REST, retornando informações textuais e georreferenciadas, que permitem sua exibição via *Google Maps API*. 54

Hash Algoritmo de transformação de uma cadeia de caracteres em outra, geralmente menor, que quase sempre garante sua identificação de forma única sem, no entanto, permitir o retorno à informação original. 54, 91

HTML5 Designação dada à quinta versão do HTML, projetado para ser utilizado em conjunto com CSS e JavaScript. 51, 52

Ionic Cloud Conjunto de serviços *back end* para suporte ao desenvolvimento e provimento de *apps* híbridas. 54, 88, 90, 91

Ionic Framework surgido em 2013 para o desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis a partir de código *web*. 29, 51, 54

iOS Sistema operacional para dispositivos *mobile* desenvolvido pela Apple. ix, 30, 32–34, 52, 82

- JavaScript** Linguagem de programação interpretada inicialmente utilizada para ampliar a capacidade dos navegadores *web* que depois foi estendida para cumprir diversas funções também no lado servidor. 29, 51, 52
- MapReduce** *Framework* de consulta a bases de dados de até vários terabytes, que pode ser executada em paralelo por diversos computadores. 29
- MeeGo** Sistema operacional para dispositivos *mobile* de código aberto, com *kernel* Linux, desenvolvido em parceria entre a Nokia e a Intel, hoje sob responsabilidade da *Linux Foundation*. 52
- Microkernel** Nome dado aos sistemas operacionais que executam quase todas as suas funcionalidades fora do núcleo, provendo apenas os recursos mínimos necessários ao ambiente de execução. Seu funcionamento tem filosofia oposta à dos sistemas operacionais monolíticos. 32
- Mobile** Termo associado a dispositivos e aplicativos móveis. viii, xi, 6, 7, 13, 15, 22–24, 27–31, 34, 35, 51–54, 69, 71
- NoSQL** Acrônimo de *Not Only SQL*, ou “não somente SQL” em tradução livre, termo usado para designar bancos de dados não relacionais focados no desempenho, capazes de armazenar diversos formatos de dados (documentos, gráficos, chave-valor e colunares) e reconhecidos pelos desenvolvedores pela facilidade de desempenho, escalabilidade, alta disponibilidade e resiliência. viii, 28, 29, 88
- Nuvem** Tradução livre para o termo “*cloud*” que, na computação, refere-se à utilização dos recursos computacionais de computadores e servidores compartilhados por meio da Internet, abrangendo memória, armazenamento e processamento. 54
- Offline** Aplicação, aplicativo ou dispositivo sem conexão à Internet. 54
- Online** Aplicação, aplicativo ou dispositivo conectado à Internet. 11, 14, 33, 54
- Open Source** Designação dada ao código fonte de programas de computador oferecido de forma a que outros possam alterá-lo. 33, 52
- Orkut** Rede social de abrangência mundial, baseada na *Web*, que teve seus acessos bloqueados pela Google em 30.09.2014. 24
- PouchDB** Banco de dados não-relacional (NoSQL) concebido a partir do *CouchDB* para uso em navegadores *web* e otimizado para a sincronização entre o banco de dados

local e bancos remotos compatíveis, dentre eles o *CouchDB* e o *Cloudant Database*. 28, 29, 54, 91

Push Notification Entrega de informação a partir de uma aplicação central para um dispositivo computacional, sem que o cliente faça qualquer requisição. Recurso normalmente utilizado para o envio de alertas e mensagens informativas ou comerciais. 52

Smartphone Variante do celular que dispõe de recursos computacionais para a execução de processos, conexão a redes locais e à Internet, com tamanho de tela de até 7". 6, 13, 19, 23, 29, 30, 34, 35, 64, 82

Stakeholder Parte interessada em uma organização, projeto ou sistema de informações, que deve ter suas necessidades levantadas em consideração durante a elaboração de estratégias, levantamento de requisitos e tomada de decisões. x, xii, 22, 25, 79, 80

Stand Alone Aplicação ou aplicativo utilizado por apenas um usuário a cada vez, incapaz de compartilhar suas funcionalidades por mais de uma pessoa ao mesmo tempo. 16

Symbian Sistema operacional para dispositivos *mobile* desenvolvido pela Nokia. 52

Tablet Dispositivo computacional utilizado para leitura e registro de anotações, que pode também oferecer recursos de voz e dados, com tamanho de tela entre 7 e 10". 6, 13, 30, 33, 35, 64, 82

Twitter Rede social de abrangência mundial, baseada na *Web*, utilizada para a divulgação pessoal ou institucional de mensagens curtas. 24

Twitter Bootstrap Framework para desenvolvimento de interfaces com diversos padrões visuais baseados em HTML e CSS para os elementos de tela de uma aplicação *web* ou *mobile*. 54

Web (1) Relativo à rede mundial de computadores; (2) Relativo à *World Wide Web*. 52, 54, 55

Web App Aplicação acessada por navegador *web*, com aspecto visual similar ao de um aplicativo *mobile*. 41, 52, 57

Web Code código fonte utilizado para a criação de *web apps* e *web sites*. 52

- Web Service** Serviço oferecido e consumido via Internet por dispositivos computacionais, geralmente utilizando os protocolos REST ou SOAP para a troca de informações entre o servidor e o cliente. 54, 57, 72
- Web Site** Endereço *web* utilizado para a presença institucional ou divulgação de produtos e serviços. 12–14
- Web View** Cada uma das telas de uma *web app* ou de um aplicativo híbrido. 52
- WhatsApp** Rede social para comunicação via mensagens curtas, arquivos, fotos e imagens, da qual participam indivíduos e grupos, com abrangência mundial e baseada em dispositivos móveis. 36, 61, 64, 67
- Windows Phone** Sistema operacional para dispositivos *mobile* desenvolvido pela Microsoft. ix, 30, 32, 34, 52
- Yelp API** *Web service* provido pela Yelp para retornar informações sobre estabelecimentos, posições geográficas, pontos de interesse e outros lugares, a partir de chamadas REST, retornando informações textuais e georreferenciadas, que permitem sua exibição via *Google Maps API*. 54, 62, 88