

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA**

LEONARDO FILIPE DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO MOBILE DO SOFTWARE PARA AUXÍLIO
DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO (SALT)**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2017**

LEONARDO FILIPE DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO MOBILE DO SOFTWARE PARA AUXÍLIO
DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO (SALT)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* São
João Evangelista, como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em Sistemas de
Informação.

Orientador: Me. Fábio Rodrigues Martins
Coorientador: Me. Ícaro Tourino Alves

SÃO JOÃO EVANGELISTA
2017

FICHA CATALOGRÁFICA

S581d Silva, Leonardo Filipe da.
2017

Desenvolvimento do módulo mobile do software para auxílio de levantamento topográfico (SALT). / Leonardo Filipe da Silva. – 2017. 60f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2017.

Orientador: Me. Fábio Rodrigues Martins.
Coorientador: Me. Ícaro Tourino Alves.

1. Android. 2. Levantamento Topográfico. 3. Topografia. 4. Web Service. I. Silva, Leonardo Filipe da. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 526.98

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
Campus São João Evangelista

Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

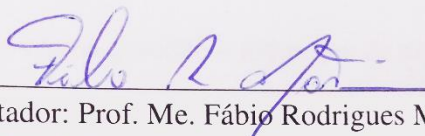
LEONARDO FILIPE DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO MOBILE DO SOFTWARE PARA AUXÍLIO
DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO (SALT)**

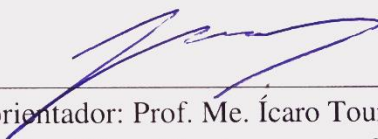
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovado em: 08 / 12 / 2017

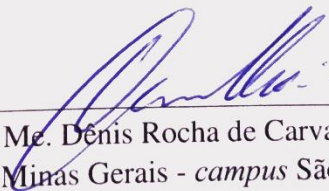
BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Me. Fábio Rodrigues Martins
Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* São João Evangelista



Coorientador: Prof. Me. Ícaro Tourino Alves
Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* São João Evangelista



Prof. Me. Denis Rocha de Carvalho
Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* São João Evangelista

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, aquele que sempre acreditou em minha capacidade para chegar até este momento, por todos os ensinamentos e desafios impostos, que me tornaram mais forte, espiritualmente, psicologicamente e sentimentalmente. Sou grato também as pessoas que Deus encaminhou em minha vida e que me auxiliaram a chegar até aqui.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais, que não mediram esforços para que eu pudesse concluir o curso com sucesso, os quais lutaram juntamente conosco para finalizarmos uma etapa tão importante em nossas vidas. Agradeço por todos os conselhos e palavras de motivação em momentos difíceis.

Não poderia deixar de agradecer a presente instituição de ensino e a todos os profissionais que forneceram suporte para concluirmos as tarefas necessárias. Agradeço a todo o corpo docente do curso de Sistemas de Informação, pela transmissão de conhecimentos e por fazerem das aulas experiências positivas que serão necessárias em toda nossa vida. Também a todos nossos amigos da turma SIN 141, por todos os momentos de descontração e aprendizado.

Agradeço também a todos nossos amigos que estiveram junto comigo nesta jornada, em especial ao Jéferson, Warley e a Regina, por todos os momentos de risadas nos momentos mais necessários e por fazerem nossos árduos dias de universitários passarem de forma mais suave e alegre.

E por fim, deixo minha eterna gratidão a todos que de alguma forma contribuíram para esta conquista.

RESUMO

Atualmente, a globalização traz como tendência dispositivos menores e mais rápidos, juntamente com a necessidade de acesso à informação em movimento, o que tem moldado o caminho para uma nova tecnologia que reúne o mundo da web e da telefonia móvel. Com o objetivo de atender a limitação existente da aplicação web SALT, este projeto propõe o desenvolvimento de um aplicativo para a plataforma Android, a fim de oferecer aos alunos e professores do Campus São João Evangelista um aplicativo que auxilie o professor nas aulas de topografia de forma off-line, e que possibilite o cadastro de leituras do levantamento diretamente no aplicativo. Com o desenvolvimento desses aplicativos, o usuário não terá necessidade de coletar os dados e depois descarregá-los em um computador *desktop* para fazer o processamento, pois os dados serão coletados por meio da tecnologia móvel, e serão enviados do próprio dispositivo para o SALT. Com isso, tornou-se viável o desenvolvimento de um aplicativo de apoio aos trabalhos de levantamentos topográficos, que auxiliará as atividades dos alunos e professores, trazendo agilidade, organização, dinâmica e rapidez na execução.

Palavras-chave: Android. Levantamento Topográfico. Topografia. Web Service.

ABSTRACT

Currently, globalization has tended to be smaller and faster devices with the need to access information everywhere has shaping a new technology that combines the Web and the mobile technology. In order to meet the existing limitation of the SALT Web application, this project proposes the development of an application for the Android platform in order to offer students and professors of the São João Evangelista Campus app that meets the needs of classroom use, which works off-line, by enabling register survey readings through the app. With the development of these application, user will not need for data collection and subsequent discharging on a desktop computer in order to process them because data will be collected through the technology mobile, and posteriorly send by on the device itself for the system SALT. Therefore, it became possible to develop a app to support topographic surveys, which will facilitate the work of students and professors by bringing information agility, organization, dynamics and speed of execution.

Keywords: Android. Topographic Survey. Topography. Web Service.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Método de Irradiação	15
Figura 2 - Levantamento por Irradiação	16
Figura 3 - Exemplo de caderneta de campo de Levantamento de Detalhes	16
Figura 4 - Croqui	17
Figura 5 - Versões do Android	21
Figura 6 - Arquitetura do Sistema Android	22
Figura 7 - Componentes de uma aplicação Android.	24
Figura 8 - Aplicativos Android C7 Campeiro.	27
Figura 9 - Diagrama de Caso de Uso.....	33
Figura 10 - Diagrama de Classe	34
Figura 11 - Diagrama de Banco de Dados.....	35
Figura 12 - Splash Screen.....	40
Figura 13 - Tela de Login.....	41
Figura 14 - Tela de Cadastro de Usuário.....	42
Figura 15 - Tela Principal com o Menu.....	43
Figura 16 – Tela de Novo Levantamento.	44
Figura 17 - Tela de Listagem de Levantamentos.	45
Figura 18 - Tela de Detalhes do Levantamento.....	46
Figura 19 - Tela Opções do Levantamento.	47
Figura 20 - Tela de Listagem de Leituras.....	48
Figura 21 - Tela de Nova Leitura.	49
Figura 22 - Tela de Detalhes da Leitura.	50
Figura 23 - Tela Opções da Leitura.	51
Figura 24 - Tela Ajuda.....	52
Figura 25 - Tela Sobre.....	53
Figura 26 – Sincronizar.	54

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

API - *Application Programming Interface*

APK - *Android Package Kit*

CMD - Coleta móvel de dados

DDL - *Data Definition Language*

DML - *Data Manipulation Language*

HAL - *Hardware Abstraction Layer*

IFMG-SJE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais *campus*
São João Evangelista

IPC - *Inter-Process Communication*

OHA - Open Handset Alliance

PDAs - *Personal digital assistants*

SALT - Software para Auxílio de Levantamento Topográfico e Geração de Desenho
Planimétrico de Área

SDK - *Software development kit*

SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SQL - *Structured Query Language*

TICs - Tecnologias de Informação e Comunicação

UML - *Unified Modeling Language*

XML - *eXtensible Markup Language*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	TOPOGRAFIA	13
2.1.1	Levantamento Topográfico.....	14
2.1.2	Levantamento por Irradiação	15
2.1.3	Uso da Tecnologia na Topografia	18
2.2	APLICAÇÕES MOBILE	18
2.3	ANDROID	19
2.3.1	Arquitetura Android	21
2.3.2	Componentes de uma Aplicação Android	23
2.3.3	SQLite	25
2.4	WEB SERVICE	25
2.5	FERRAMENTA DE COLETA MÓVEL DE DADOS (CMD)	26
2.6	TRABALHOS CORRELATOS	26
2.6.1	C7 GPS Malha	27
2.6.2	C7 GPS Dados	28
2.6.3	C7 Planimétrico I	28
2.6.4	C7 Planimétrico II	28
2.6.5	C7 GeoPontos	29
3	METODOLOGIA	30
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	30
3.2	TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS	30
3.3	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	32
3.4	UML E DIAGRAMAS	33
3.5	POPULAÇÃO DE AMOSTRA.....	35
3.6	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	36
3.7	ANÁLISE DE REQUISITOS.....	36
3.7.1	Requisitos Funcionais.....	37
3.7.2	Requisitos Não-Funcionais	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1	RESULTADOS DOS DADOS.....	38

4.2	DESCRIPTIVO DO APLICATIVO	39
4.2.1	<i>Splash Screens</i> , Tela de Login e Tela de Criação de Usuário	39
4.2.2	Tela Menu Principal	42
4.2.3	Levantamento e Leitura	43
4.2.4	Ajuda e Sobre	51
4.2.5	Sincronizar	53
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
5.1	RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS	56
	REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

Desde o tempo em que foi demonstrada a viabilidade da transmissão de dados por meio de ondas de rádio, avistou-se a chance de se obter informações, a qualquer hora ou lugar, encurtando as barreiras físicas e geográficas. Logo em decorrência da crescente evolução dos recursos tecnológicos e pelo avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) tornou-se constante o processo de miniaturização dos computadores, possibilitando armazenar nos dispositivos moveis como *tablets e smartphones*, uma grande quantidade de informações em formato digital.

Portanto o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis é uma área promissora na computação, devido à sua crescente integração com as tecnologias de comunicação sem fio e a ampla disponibilidade desses dispositivos no comércio. Este fato fez com que os dispositivos se tornassem parte do cotidiano das pessoas e se destaca como exemplo da universalização da tecnologia da informação que têm sido amplamente utilizadas.

As TICs também são empregadas na área da Topografia, afim de que haja otimização na coleta, no armazenamento e no processamento dos dados. Tais tecnologias viabilizaram a medição de maiores distâncias com grande precisão (SOUZA, 2001).

A principal atividade da Topografia é o levantamento topográfico, que consiste em: medição de ângulos, distâncias e desníveis. Isto possibilita representar uma porção da superfície terrestre em uma determinada escala. Segundo GHIORZI, *et al.* (2002):

Pode-se dizer que a Topografia rege o papel de disciplina desbravadora no campo das engenharias, no que se refere a representação cartográfica cotada e bem detalhada de um terreno, tendo em vista que sempre que se vai projetar uma obra na área de várias engenharias, se faz necessário um estudo detalhado do local que receberá a obra. Assim pode-se justificar a importância da Topografia na área das engenharias, pois todos os projetos desta natureza são elaborados, detalhados, implantados e executados, tendo como referência o projeto topográfico.

O ensino da Topografia como ciência que se ocupa da descrição do relevo de uma localidade, se faz presente no ensino técnico e superior como disciplina nos cursos de Ciências Agrárias, como Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, entre outros.

O levantamento topográfico é a atividade da Topografia que tem como finalidade determinar a posição relativa de pontos na superfície terrestre, podendo ser realizado de forma manual ou não, dependendo do equipamento. Quando se utiliza o teodolito os dados devem ser anotados, pois o equipamento não armazena os dados referentes as leituras, que exige uma

organização sistemática para anotação e posterior digitalização das informações para possibilitar a realização de cálculos em alguma aplicação para fins de cálculos. No uso da estação total, as leituras são gravadas e armazenadas no próprio aparelho, o que possibilita descarregar em um programa computacional onde os dados são transformados em coordenadas.

A inexistência de um sistema próprio na disciplina de Topografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais campus São João Evangelista (IFMG-SJE), foi identificada como uma necessidade do *campus*, já que não existem *softwares* de processamento e manipulação de dados de levantamentos topográficos no IFMG-SJE. Fato que motivou o desenvolvimento de uma ferramenta web que apoiasse as atividades de levantamento topográfico, com módulo de cálculo de área de terreno e funcionalidade de geração de desenho planimétrico da área. A ferramenta foi denominada Software para Auxílio de Levantamento Topográfico e Geração de Desenho Planimétrico de Área (SALT), desenvolvida no ano de 2016 pelo graduando Marlon Guido Ferreira Campos como trabalho de conclusão de curso (CAMPOS, 2016).

Porém com a implantação do Curso Técnico em Agrimensura com início em 2018, *softwares* topográficos serão adquiridos. Esses programas darão suporte principalmente no uso das estações totais, que serão descarregadas após os levantamentos. Como os teodolitos necessitam de anotar a caderneta de campo de forma manual conforme já citado, o desenvolvimento de um aplicativo móvel torna-se uma alternativa interessante, já que permite inserir os dados da caderneta de campo em um dispositivo móvel (*smartphone* ou *tablet*) independente de acesso à internet e logo que o acesso seja possível, realizar a sincronização dos dados para obter os resultados como o desenho e o cálculo da área levantada no Sistema web SALT.

Grande parte dos levantamentos topográficos são realizados na área rural ou locais isolados, fato que implica muitas das vezes na adaptação ao contexto. De acordo com Viana et. Al. (2005), “é a propriedade de uma aplicação de adequar-se a mudanças no contexto em que executa, podendo essas mudanças serem decorrentes, por exemplo, das alterações da localização do dispositivo, do interesse do usuário e da largura de banda de comunicação”. Logo torna-se necessário, a utilização de uma ferramenta de coleta de dados que não dependa de acesso à internet, limitação existente no SALT.

Portanto o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um aplicativo para coleta de dados em levantamentos topográficos realizados em áreas onde não exista a possibilidade do envio e processamento em tempo real, fato que caracteriza este aplicativo como independente de contexto da largura de banda de comunicação ou da localização do dispositivo.

Esse realiza o armazenamento em banco de dados local das informações coletadas e posteriormente com acesso à internet o mesmo envia os dados para o SALT. O principal benefício desta ferramenta é a otimização da coleta, uma vez que, evita retrabalhos na digitação e elimina papel, já que a inserção dos dados acontece de forma direta.

Além da diminuição do tempo e de material como a caderneta de campo para realizar a coleta dos dados, existem mecanismos que validam a entrada dos mesmos, reduzindo a ocorrência de erros durante o processamento. Enfim, este projeto utiliza a estrutura já existente do SALT e o integra com a tecnologia móvel, para atender a restrição de funcionamento *off-line*. Desta forma, contribui ainda mais com a prática do levantamento topográfico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo como Marconi e Lakatos (2010), o referencial ou fundamentação teórica abrange os principais conceitos teóricos necessários ao desenvolvimento de um trabalho científico. A fundamentação é o suporte teórico para os estudos, análise e reflexões, sobre os dados e/ou informações coletadas, sendo uma síntese do que diz a literatura sobre o tema da pesquisa.

2.1 TOPOGRAFIA

A necessidade do homem dominar o local em que habita e compreender os aspectos geográficos, sempre existiu desde os primórdios. Na época o reconhecimento de locais era fundamental para se proteger, encontrar árvores frutíferas e realizar caças. Este comportamento marca o início do uso da localização como estratégia de sobrevivência.

Assim, sempre existiu a necessidade do homem em conhecer o meio em que vive, seja por motivos de sobrevivência, orientação, construção, segurança, guerras, entre outros. Alguns historiadores afirmam que antes mesmo de desenvolver a escrita, o homem já desenhava mapas (CARDOSO *et al.*, 2014).

Segundo Faria Filho (2007, apud BRINKER; WOLF, 1994), a bibliografia apresenta registros de levantamentos topográficos já em 1.400 A.C. quando o Egito foi dividido em lotes com o propósito de cobrança de impostos. Outro fato relacionado com a Topografia era a necessidade de recomposição anuais das divisas de propriedades às margens do rio Nilo, cujas referências eram destruídas no período das enchentes. Tal tarefa executada pelos agrimensores daquele tempo, denominados de "Estica-cordas", pois utilizavam as cordas como equipamento de medição.

De acordo com Veiga *et. al* (2007), etimologicamente a palavra *TOPOS*, do idioma grego, significa lugar e *GRAPHEN*, do idioma grego, significa descrição, assim, Topografia quer dizer descrição do lugar. Tendo como principal finalidade realizar o levantamento que permita representar uma porção da superfície terrestre em uma escala adequada. Topografia também pode ser entendida como parte da Geodésia, ciência que tem por objetivo determinar a forma e dimensões da Terra. Enquanto a Topografia tem por fim mapear uma pequena porção

da superfície, a Geodésia, tem por objetivo, mapear grandes porções desta mesma superfície, levando em consideração as deformações que ocorrem devido à sua esfericidade.

Veiga *et al.* (2007), afirma que a Topografia tem registros desde a antiguidade, mas somente nos últimos séculos houve um desenvolvimento significativo nos métodos e técnicas utilizados. Estes avanços consolidaram a Topografia baseada no emprego dos equipamentos ópticos-mecânicos para medição de ângulos e distâncias a alcançar grandes precisões nas medições e nos cálculos.

De acordo com Souza (2001), possuir informações detalhadas e precisas do local, contribuem, tanto na etapa do projeto, quanto na construção ou execução; e a Topografia fornece os métodos e os instrumentos que possibilitam este conhecimento da área. Também garante precisão na realização dos serviços na obra.

2.1.1 Levantamento Topográfico

As atividades efetuadas em campo, que tem como finalidade coletar dados e posteriormente representá-los em um desenho, denomina-se levantamento Topográfico. De acordo com a NBR 13133 (ABNT 1994, p.3) este termo é definido como:

Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhes visando à sua exata representação planimétrica numa escala predeterminada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também predeterminada e/ ou pontos cotados.

Tradicionalmente o levantamento topográfico tem sido dividido em dois: o levantamento planimétrico e altimétrico. O primeiro, se preocupa em determinar a posição planimétrica dos pontos (coordenadas X e Y), o segundo tem o como objetivo determinar a cota ou altitude de um ponto (coordenada Z). Onde há a realização de ambos os levantamentos, denomina-se levantamento planialtimétrico.

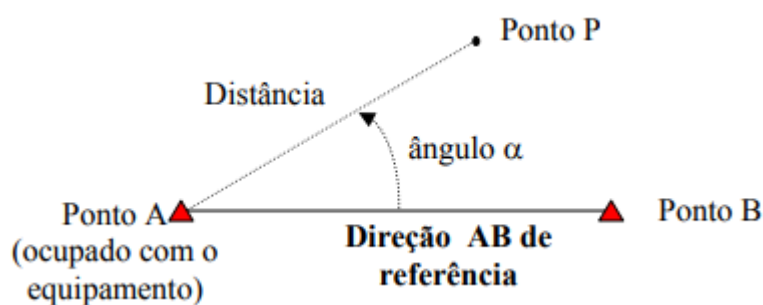
Para Brandalize (2016), a Topografia é dividida em Topometria e Topologia. Ao conjunto de métodos abrangidos pela planimetria e pela altimetria dá-se o nome de Topometria (mais conhecida como Planialtimetria). A Topologia, por sua vez, a partir dos dados obtidos através da topometria, tem por objetivo o estudo das formas da superfície terrestre e das leis que regem o seu modelado.

Em diversos trabalhos a Topografia está presente na etapa de planejamento e projeto, fornecendo informações sobre o terreno; na execução e acompanhamento da obra, realizando locações e fazendo verificações métricas; e finalmente no monitoramento da obra após a sua execução, para determinar, por exemplo, deslocamentos de estruturas. É conveniente ressaltar que os levantamentos planimétricos e/ou altimétricos são definidos e executados em função das especificações dos projetos. Assim, um projeto poderá exigir somente levantamentos planimétricos, ou, somente levantamentos altimétricos, ou ainda, ambos os levantamentos (VEIGA *et al.*, 2007).

2.1.2 Levantamento por Irradiação

O levantamento por irradiação consiste em, a partir de uma linha de referência conhecida, realizar a medição de ângulos e distâncias, sendo semelhante a um sistema de coordenadas polares como mostra a Figura 1, na qual pode se obter o valor da distância a partir da utilização de uma trena, distanciômetro eletrônico ou estação total ou obtida por métodos taqueométricos. Este método é bastante aplicado no levantamento de detalhes em campo.

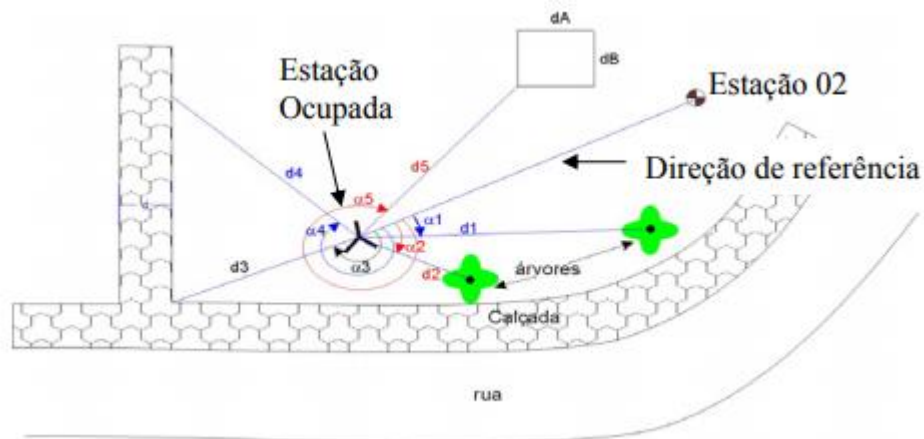
Figura 1 - Método de Irradiação



Fonte: Veiga, Zanetti e Faggion (2012).

Neste método o equipamento fica parado sobre um ponto e faz-se a “varredura” dos elementos de interesse próximos ao ponto ocupado, medindo distâncias e direções para cada elemento a ser representado como é apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Levantamento por Irradiação



Fonte: Veiga, Zanetti e Faggion (2012).

A seguir é apresentado na Figura 3 um exemplo de caderneta de campo para o levantamento por irradiação. Neste exemplo foi utilizada a técnica da taqueometria para a determinação da distância horizontal.

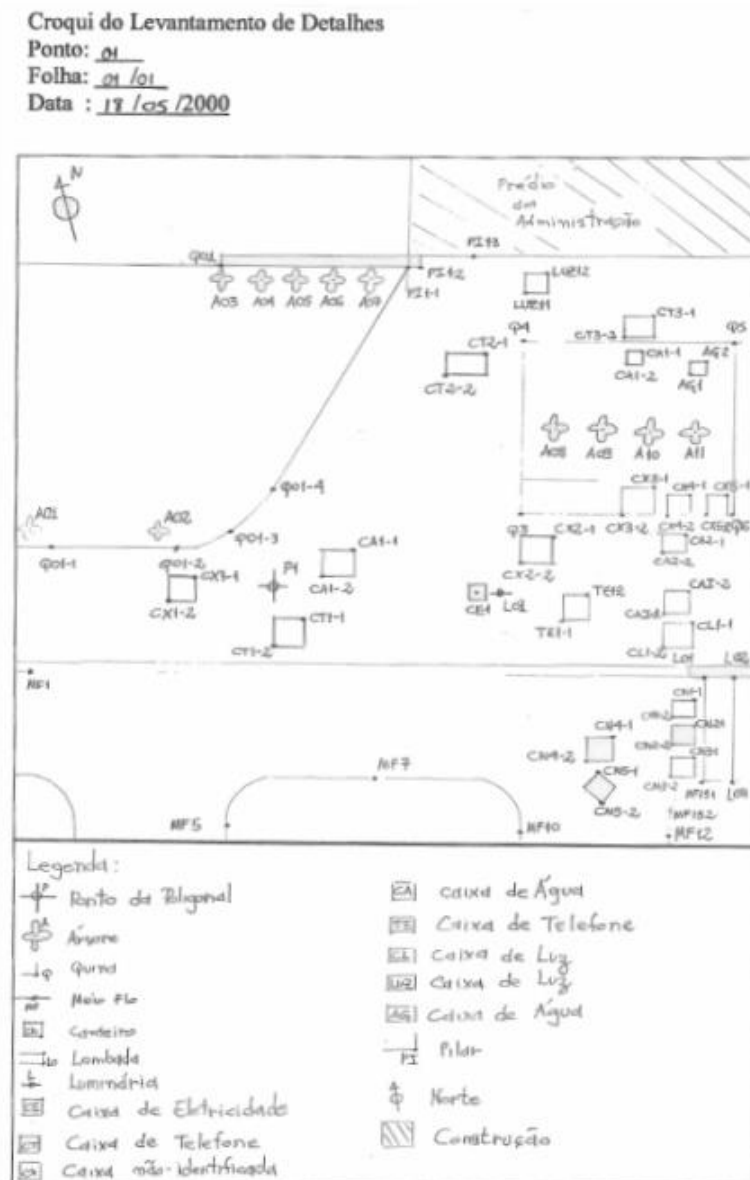
Figura 3 - Exemplo de caderneta de campo de Levantamento de Detalhes

LEVANTAMENTO DE DETALHES					LEVANTAMENTO DE DETALHES	
Operador: [assinatura]					Data: 18/05/2009	
Ponto Ocupado: 01					Ponto de Detalhe: 02	
Observações: [assinatura]					Observações: [assinatura]	
hi	Detalhe	LS	LM	LI	H	V
1,55	A1	1,478	1,478	1,478	223,5300	90,0000
1,55	A2	1,478	1,478	1,478	223,5500	90,0000
1,55	A3	1,478	1,478	1,478	223,5700	90,0000
1,55	A4	1,478	1,478	1,478	223,5900	90,0000
1,55	A5	1,478	1,478	1,478	223,6100	90,0000
1,55	PL1	1,478	1,478	1,478	223,6300	90,0000
1,55	C1	1,478	1,478	1,478	223,6500	90,0000
1,55	C2	1,478	1,478	1,478	223,6700	90,0000
1,55	C3	1,478	1,478	1,478	223,6900	90,0000
1,55	C4	1,478	1,478	1,478	223,7100	90,0000
1,55	L1	1,478	1,478	1,478	223,7300	90,0000
1,55	C5	1,478	1,478	1,478	223,7500	90,0000
1,55	L2	1,478	1,478	1,478	223,7700	90,0000
1,55	A6	1,478	1,478	1,478	223,7900	90,0000
1,55	CL2	1,478	1,478	1,478	223,8100	90,0000
1,55	PL2	1,478	1,478	1,478	223,8300	90,0000
1,55	B01	1,478	1,478	1,478	223,8500	90,0000
1,55	B02	1,478	1,478	1,478	223,8700	90,0000
1,55	C6	1,478	1,478	1,478	223,8900	90,0000
1,55	C7	1,478	1,478	1,478	223,9100	90,0000
1,55	C8	1,478	1,478	1,478	223,9300	90,0000
1,55	A7	1,478	1,478	1,478	223,9500	90,0000
1,55	B1	1,478	1,478	1,478	223,9700	90,0000
1,55	A8	1,478	1,478	1,478	223,9900	90,0000
1,55	A9	1,478	1,478	1,478	224,0100	90,0000
1,55	A10	1,478	1,478	1,478	224,0300	90,0000
1,55	A11	1,478	1,478	1,478	224,0500	90,0000
1,55	A12	1,478	1,478	1,478	224,0700	90,0000
1,55	A13	1,478	1,478	1,478	224,0900	90,0000
1,55	A14	1,478	1,478	1,478	224,1100	90,0000
1,55	A15	1,478	1,478	1,478	224,1300	90,0000
1,55	A16	1,478	1,478	1,478	224,1500	90,0000
1,55	A17	1,478	1,478	1,478	224,1700	90,0000
1,55	A18	1,478	1,478	1,478	224,1900	90,0000
1,55	A19	1,478	1,478	1,478	224,2100	90,0000
1,55	A20	1,478	1,478	1,478	224,2300	90,0000

Fonte: Veiga, Zanetti e Faggion (2012).

Durante a execução de um levantamento de detalhes é conveniente elaborar um croqui da área que está sendo levantada, associando um nome ou número a cada feição ou ponto levantado, e a mesma indicação deve ser utilizada na caderneta de campo. Isto visa facilitar a elaboração do desenho final. A Figura 4 apresenta um exemplo de croqui elaborado durante um levantamento de detalhes.

Figura 4 - Croqui



Fonte: Veiga, Zanetti e Faggion (2012).

2.1.3 Uso da Tecnologia na Topografia

Com o tempo surgiram técnicas e equipamentos de medição que facilitaram a obtenção de dados para posterior representação. A Topografia é uma das ferramentas utilizadas para realizar estas medições. Apoiados no desenvolvimento da eletrônica e da computação nas últimas décadas, surgiram os equipamentos eletrônicos para medir ângulos e distâncias, proporcionando um grande avanço nas tecnologias de obtenção e processamento dos dados de campo (SOUZA, 2001).

Segundo Da Silva (2015, p. 34) “O aparecimento das estações totais, reunindo num único equipamento um teodolito eletrônico e um distanciômetro eletrônico é considerado como um marco extremamente significativo em toda a história da topografia”. A chegada desses equipamentos aliados à automação de cálculos e desenhos, fundamentam o conceito de “Topografia Digital”, permitindo que todas as etapas necessárias à elaboração de uma carta topográfica seja efetuada utilizando dispositivos digitais (VEIGA, 2000).

2.2 APLICAÇÕES MOBILE

Uma aplicação *mobile* ou aplicativo móvel, é um *software* desenvolvido para ser instalado em um dispositivo eletrônico móvel, um telefone celular, um *smartphone*, um *tablet* ou um leitor de MP3. Primeiramente é necessário definir o que são dispositivos móveis e suas características antes de entender o que diferenciam de suas aplicações.

Segundo Firtman (2010) o dispositivo móvel é aquele que possui as seguintes características:

- Portátil: Que pode ser carregado sem gerar esforço do seu usuário;
- Pessoal: Cada pessoa tem seu próprio dispositivo, com suas customizações e configuração específica;
- Companheiro: Possibilidade de uso a qualquer momento;
- Fácil uso: No sentido de condições de uso, como por exemplo, não é necessário utilizar o dispositivo em local específico, ou ter que aguardar um tempo determinado para que o sistema inicie. Além de ser simples e descomplicado para manuseio.
- Conectado: Deve ser possível conectar na internet quando preciso.

Dentre as vantagens pela utilização de dispositivos móveis estão a melhor experiência para o usuário ao possibilitar que haja melhor utilização de recursos gráficos e de interface; menor custo de acesso em relação ao tráfego de conteúdo na internet; acesso a recursos nativos do celular; mobilidade pela capacidade de conectar-se, obter dados e fornecê-los a outros usuários, aplicações e sistemas e a possibilidade de acessar dados em qualquer lugar a qualquer momento.

O sistema operacional móvel é desenvolvido especificamente para *smartphones*, *tablets*, PDAs ou outros dispositivos móveis, neste é possível a execução das aplicações móveis. Dentre os principais sistemas operacionais móvel estão o Android, BlackBerry, IOS e o Windows Phone. Liderando a lista está a plataforma Android, com mais de 296,9 milhões de *smartphones* ativados em 2016. Sendo 75 milhões de aparelhos a mais que 2015, totalizando uma fatia de mercado de 86,2%. Em segundo lugar, está o IOS que vem nos Iphones, com 44 milhões de unidades e 12,9% de fatia de mercado. E por fim o Windows Phone (1,9 milhão) e BlackBerry (400 mil) (GARTNER, 2016).

Pekala (2015) em outra pesquisa, aponta os hábitos dos brasileiros com os *smartphones* e apresenta que o Brasil espera aumentar em até 50% o número de celulares no país até 2017, indo dos 49 milhões de 2015 para 72 milhões. Aponta também que atualmente no Brasil 90% dos *smartphones* utilizam o sistema operacional Android.

Logo, aplicativos *mobile* são *softwares* que possuem finalidades específicas em *smartphones* e *tablets*. Mattje (2014), diz que além de desempenharem objetivos específicos, os mesmos também geralmente são descarregados (*download*) por meio das “lojas de aplicativos”, como o Google Play, App Store, Windows Phone Store, entre outros. Na qual podem ser adquiridos de forma gratuita ou paga. Normalmente destinados a dispositivos das plataformas IOS, Android ou Windows Phone, mas também podem ser baixados para computadores menos portáteis, como laptops ou desktops. Os aplicativos são destinados a facilitar o desempenho de atividades do usuário, para diversas finalidades, assim como para seu entretenimento.

2.3 ANDROID

Em outubro de 2003 o sistema operacional Android foi criado pela *startup* homônima Android Inc., e em agosto de 2005, foi adquirida pela empresa Google. Em novembro de 2007

o Android foi apresentado junto com a fundação da *Open Handset Alliance* (OHA), consórcio entre empresas de *hardware*, *software* e telecomunicações com o intuito de alavancar a indústria de dispositivos móveis, porém apenas em 2008 foi oficialmente lançado. O sistema operacional Android foi desenvolvido baseado no kernel do Linux e se caracteriza por ser *open-source*, ou seja, *software* de código aberto.

O Android foi construído a partir do GNU/Linux juntamente com a linguagem de programação Java, além da Linguagem de Marcação Extensível, do inglês, *eXtensible Markup Language* (XML), para as funções que incluem o design e arquivos de configuração do sistema operacional (OSTRANDER, 2012 apud LOPES, SOUZA, 2016). Por possuir o código de fonte aberto está em constante evolução, podendo ser alterado para receber novas tecnologias, conforme estas forem surgindo e as comunidades de desenvolvimento trabalhem em conjunto para construir aplicações móveis inovadoras (PEREIRA; DA SILVA, 2009).

De acordo com Glauber (2015, p. 17) o Android é uma pilha de *softwares* para dispositivos móveis que inclui um sistema operacional, *middleware* e aplicações chave. O Android provê ferramentas próprias, além da interface de programação de aplicativos, do inglês, *Application Programming Interface* (APIs), necessárias para iniciar o desenvolvimento de aplicações para a plataforma.

O sistema foi concebido originalmente para câmeras fotográficas, no entanto, seus idealizadores viram na telefonia um mercado em potencial e desviaram o foco para os *smartphones*, competindo diretamente com Symbian e Windows Phone (PAPAJORGJI, 2015).

O Android foi projetado principalmente para dispositivos móveis com tela sensível ao toque. Dentre os principais objetivos dessa plataforma estão o de ser tornar moderna e flexível, possibilitando o desenvolvimento de novos aplicativos de maneira ágil, além de permitir personalizar os componentes do seu sistema operacional e suas aplicações (LECHETA, 2013).

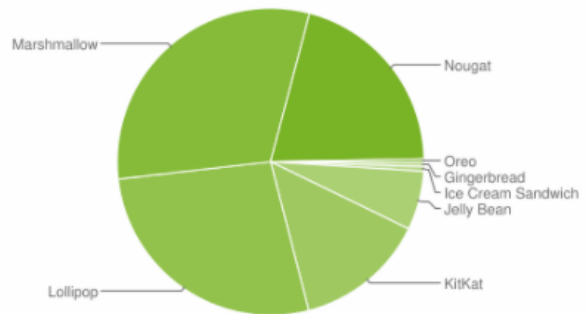
Dentre as principais características do Android pode-se citar a adaptação aos diferentes tipos de layouts, resoluções e tamanhos de telas; uso do banco de dados SQLite para armazenamento de dados; suporte a diferentes tipos de formatos de mídia; capacidade de uso de câmeras de vídeo, GPS, *bluetooth*; além de incluir um emulador capaz de permitir o *debugging*, depuração de aplicativos, sendo essa uma funcionalidade essencial para o desenvolvimento de aplicativos (ANDROID, 2016).

A história da versão do sistema operacional móvel Android começou com o lançamento da versão alpha em novembro de 2007. A segunda versão comercial, o Android 1.0, foi lançado em setembro de 2008. Está em desenvolvimento corrente pela Google e *Open Handset Alliance*, e o sistema operacional vem recebendo uma série de atualizações desde o seu lançamento

original. Essas atualizações geralmente adicionam novas funcionalidades e realizam a correção de erros. Desde abril de 2009, as versões Android foram desenvolvidas sob um codinome e lançadas em ordem alfabética: Alpha, Beta, Cupcake, Donut, Eclair, Froyo, Gingerbread, Honeycomb, Ice Cream Sandwich, Jelly Bean, KitKat, Lollipop, Marshmallow, Nougat e Oreo. Na Figura 5 é apresentada uma tabela e o gráfico das principais versões do Android, bem como seu codinome, API e a porcentagem de distribuição de cada versão.

Figura 5 - Versões do Android

Version	Codename	API	Distribution
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	0.5%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	0.5%
4.1.x	Jelly Bean	16	2.2%
4.2.x		17	3.1%
4.3		18	0.9%
4.4	KitKat	19	13.8%
5.0	Lollipop	21	6.4%
5.1		22	20.8%
6.0	Marshmallow	23	30.9%
7.0	Nougat	24	17.6%
7.1		25	3.0%
8.0	Oreo	26	0.3%



Fonte: Android (2017).

2.3.1 Arquitetura Android

A arquitetura Android é baseada nas camadas apresentadas na Figura 6 e são explicadas com mais detalhes a seguir:

Figura 6 - Arquitetura do Sistema Android



Fonte: Android (2017).

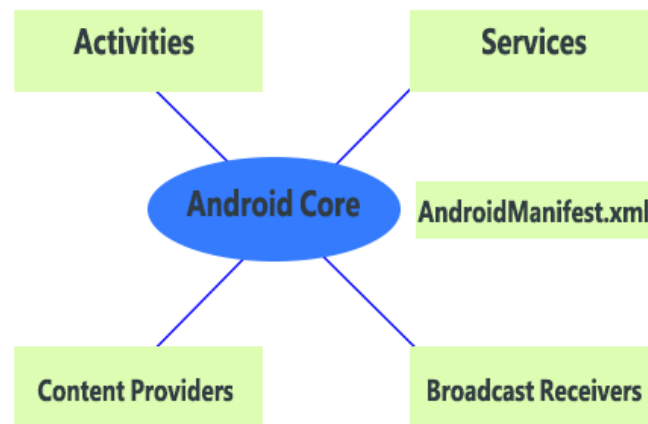
- A camada mais elevada é a *Application Framework*, trata-se do local onde são instaladas as aplicações construídas pelos desenvolvedores (Android, 2017).
- A camada abaixo da *Application Framework* é a *Binder IPC Proxies* (IPC - *Inter-Process Communication*). Que consiste em uma interface que permite que APIs de alto nível interajam com serviços do sistema. Esta camada é responsável pela conexão entre as aplicações instaladas na camada superior com a próxima camada, a *System Services*. (Android, 2017).

- Após a camada *Binder IPC Proxies* está a *System Services*, que a partir de módulos, permite acesso a *hardwares* específicos. Cada serviço existente nessa camada, foi desenvolvido para gerenciar um componente específico, como busca e notificações. Os serviços foram divididos em *Media Server* e *System Server*. Na qual *Media Server* corresponde aos serviços responsáveis pelo gerenciamento dos conteúdos de mídia como gravação e reprodução de áudio e vídeo, e a *System Server* aos serviços responsáveis pelo gerenciamento dos demais tipos de serviço do sistema como notificações e janelas (Android, 2017).
- Abaixo da camada *System Services* está a camada *Hardware Abstraction Layer* (HAL) que permite que fornecedores de *hardware* criem interfaces e drivers para os seus produtos. Assim, se torna possível adicionar e implementar novas funcionalidades sem interferir em outras camadas do sistema (Android, 2017).
- A última e mais baixa camada é a Linux Kernel que é uma versão do kernel do Linux com algumas alterações, com um gerenciamento de memória mais avançado e próprio para dispositivos móveis e funcionalidades para dispositivos embarcados (Android, 2017).

2.3.2 Componentes de uma Aplicação Android

Um aplicativo Android possui os componentes de aplicativo que são os blocos fundamentais para a sua construção. Cada componente é um ponto através do qual o sistema pode acessar e entrar em determinado aplicativo. Nem todos os componentes são pontos de entrada reais para o usuário e alguns dependem um do outro. Cada um existe como uma identidade própria e desempenha um papel específico, sendo cada um deste um bloco de construção único que auxilia a definir o comportamento de modo geral de uma aplicação. Os quatro tipos de componentes de uma aplicação Android são as *Activities*, *Services*, *Content Providers* e *Broadcast Receivers*, representados na Figura 7.

Figura 7 - Componentes de uma aplicação Android.



Fonte: Elaborado pelo autor.

- *Activities* são as representantes das telas da aplicação. Associada a cada *activity* existe normalmente uma *view*, que determina como será feita a exibição visual para o usuário. As *activities* gerenciam os eventos de tela, além de coordenar o fluxo da aplicação.

- Os *Services* são códigos que executam em segundo plano. Normalmente são empregados para atividades que requerem um maior tempo de execução.

- Os *Content Providers* (provedores de conteúdo) são a forma utilizada pela plataforma para enviar e receber dados entre as aplicações que executam no dispositivo. Um emprego comum deste componente é a aplicação de gerenciamento de contatos do Android, que é nativa. Na qual posteriormente aplicações desenvolvidas por terceiros podem aproveitar um *content provider* a fim de ler os contatos armazenados no dispositivo de maneira simples.

- Os *Broadcast Receivers* são componentes que ficam “escutando” a ocorrência de determinados eventos, que podem ser nativos ou disparados por aplicações. Uma aplicação pode, por exemplo, utilizar um *broadcast receiver* para ser avisada quando o dispositivo estiver recebendo uma ligação e, com base nessa informação, realizar algum tipo de processamento.

Acoplado os estes componentes, existe o arquivo de manifesto `AndroidManifest.xml`. Sendo este obrigatório e único para cada aplicação, por onde são feitas as configurações gerais da aplicação e dos componentes que fazem parte dela. E, juntando tudo isto, existe a figura do *Android Core*, que na verdade não é um componente específico, mas sim a plataforma Android propriamente dita. É ele quem proporciona a interação entre os componentes e as aplicações e torna possível a execução do código.

2.3.3 SQLite

O Android possui suporte nativo com o SQLite, um gerenciador de banco de dados para as aplicações e o OpenGL/ES como biblioteca para interface gráfica, dentre outras bibliotecas disponíveis (Lecheta, 2013).

SQLite é um banco de dados open-source relacional e suporta operações relacionais com a sintaxe da Linguagem Estruturada de Consulta do inglês *Structured Query Language* (SQL). Além disso, utiliza pouca memória em tempo de execução, aproximadamente 250 KBytes. Sua utilização não requer nenhuma configuração inicial, apenas é necessário especificar a instrução SQL para gerar o banco de dados e ele é criado automaticamente. O SQLite suporta dados de três tipos, sendo estes TEXT (similar a String em Java), INTEGER (Igual a LONG em Java) e REAL (Igual a Double em Java). Para armazenar no banco de dados outros tipos é necessário a conversão em um desses tipos suportados (VOGEL, 2011).

Segundo Pereira e Da Silva (2009), a diferença do SQLite para outros banco de dados é que toda manipulação dos dados pode ser feita sem que haja a necessidade de acessar um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), do inglês *Data Base Management System* (DBMS), ou seja, todos os comandos SQL podem ser executados diretamente via código fonte, como criação do banco e de tabelas. Sendo por este motivo adotado como o banco de dados nativo da plataforma Android. Trata-se de um SGBD pequeno, que permite criar um arquivo em disco, ler e escrever diretamente sobre o mesmo, sendo ele o próprio servidor.

2.4 WEB SERVICE

O *Web service* corresponde a um conjunto de métodos usados e invocados por outros programas utilizando tecnologias web, e empregados na transferência de dados através de protocolos de comunicação para diferentes plataformas, na qual seja independente das linguagens de programação. Os *Web services* funcionam com qualquer sistema operacional, plataforma de hardware ou linguagem de programação que dê suporte a web. A função dos *Web services* é transmitir informação, ou seja, não são aplicações web que suportam páginas que podem ser acedidas por usuários através de navegadores web.

De acordo com a W3C (2004), *web services* é definido como sendo, “sistema de software projetado para suportar interações máquina-máquina interoperáveis sobre uma rede. O mesmo provê uma interface descrita em um formato processável por máquinas”.

Os *Web services* permitem reutilizar sistemas já existentes numa organização e acrescentar-lhes novas funcionalidades sem que seja necessário criar um a partir do zero. Assim, é possível melhorar os sistemas já existentes, incrementado mais informação e novas funcionalidades de forma simples e rápida.

2.5 FERRAMENTA DE COLETA MÓVEL DE DADOS (CMD)

O uso de dispositivos moveis vem crescendo rapidamente. No cenário atual é cada vez mais comum o uso de formulários eletrônicos móveis para aquisição de dados através de dispositivos móveis, *smartphones e tablets* (MAMANI-ALIAGA *et al.* 2013).

Nos últimos anos, o mercado de comunicação pessoal móvel evoluiu rapidamente. Essa evolução foi marcada principalmente por três fatores: a queda dos preços, o lançamento de dispositivos móveis com alta capacidade de processamento e o surgimento de novas tecnologias para o desenvolvimento de aplicações móveis. Estes fatores, combinados, criaram condições apropriadas para o surgimento de uma nova categoria de aplicações: a Coleta Móvel de Dados (CMD) (REZENDE *et al.* 2010).

Em sistemas de informação, as aplicações de CMD são usadas em muitos cenários. Em geral, elas substituem coletas tradicionais de dados, usando lápis e papel, por coletas realizadas a partir de dispositivos móveis (MAMANI-ALIAGA *et al.* 2013).

2.6 TRABALHOS CORRELATOS

Foram realizadas pesquisas por trabalhos correlatos para afirmação da relevância do tema abordado, e sobre a utilização de aplicativos móveis para coleta e processamento de dados espaciais, comparando tanto a área tecnológica quanto os conceitos teóricos e práticos da Topografia.

O aplicativo com uma grande possibilidade de emprego encontrado para download no Google Play, e também no site <http://www.crcampeiro.net> é o C7 (campeiro 7), que inclui o GPS Malha, o GPS Dados, o Planimétrico I e II, GeoPontos entre outros, desenvolvido em parceria com a Universidade Federal de Santa Maria (RÉQUIA, 2013).

Sendo o C7 Campeiro nas suas versões Android, oriundo do projeto CR Campeiro, que se estrutura por um sistema computacional integrado, com diversas ferramentas de gestão e de análises técnicas, que auxilia o aluno, o professor, o produtor rural, o profissional e a empresa no alcance de seus objetivos. Tem-se como uma das principais ferramentas operacionais o módulo Topografia, que traz inúmeras possibilidades para topógrafos, desde o processamento dos levantamentos topográficos planialtimétricos até o georreferenciamento de imóveis rurais.

Baseando-se no CR Campeiro Móvel, foram desenvolvidas ferramentas práticas e de fácil utilização, com os itens úteis para quem está no campo. A Figura 8 apresenta o leque de aplicativos que são disponibilizados, e posteriormente é apresentado uma breve descrição destes.

Figura 8 - Aplicativos Android C7 Campeiro.



Fonte: Google Play

2.6.1 C7 GPS Malha

Aplicativo voltado para agricultura de precisão, responsável pela realização de amostras de porções de áreas, para obter área estatisticamente homogêneo, em uma infraestrutura de malha, formando um banco de dados com atribuições qualitativas e quantificações. E ainda em junção com outros aplicativos como a API do Google Maps, as informações do levantamento podem ser compartilhadas por e-mail via aplicativo.

2.6.2 C7 GPS Dados

A sua principal função é a coleta das coordenadas de pontos determinados, podendo ser gravados em arquivo, contendo aprimoramento na questão de visualização gráfica, tanto do próprio satélite, quanto do sinal recebido de cada um. Suas informações são expressas em graus geográficos decimais, hexadecimais e também na projeção do Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM). Após a coleta dos dados, os mesmos podem ser processados pela aplicação, executando operações como: cálculos de área, perímetros de polígonos e distância total registrada a partir de um percurso determinado.

2.6.3 C7 Planimétrico I

Possibilita a localização de áreas utilizando imagens de satélite, sobrepostas por pontos coletados em campo, podendo ser feito cálculo de área e a soma das medidas de um polígono. E ainda salvar as coordenadas geográficas, onde se utiliza um sistema de coordenadas cartesianas bidimensional para dar localizações na superfície da Terra em arquivos de formato texto.

2.6.4 C7 Planimétrico II

Esta aplicação permite recuperar um polígono de coordenadas feito a partir do Google Maps ou por levantamento através do GPS do sistema Android, onde os dados coletados podem ser processados por meio de outros programas de topografia, incluindo diversas funções como: construção de polígono formado através de um levantamento que haja pontos de poligonais originais, cálculo de áreas e perímetro. As divisões de áreas podem ser feitas a partir da área original (vértices iniciais), e da reta de locação do ponto divisor, podendo ser traçado qualquer reta (AB), formada por dois pontos centrais, obtendo a distância entre tais. Cálculos de azimuth, ângulos internos, vértice central, de ré, vante, ângulo horizontal interno e central.

2.6.5 C7 GeoPontos

Este aplicativo possui características semelhantes ao C7 GPS Dados, na qual se diferencia no formato de armazenamento que é no SQLite, abstraindo atributos especiais do levantamento e as identificando como árvores, postes e outros. Sendo uma ferramenta de uso quantitativo e qualitativo, uma vez que consegue salvar o ponto do levantamento e adicionar características do local e seus atributos numéricos, por seguinte, executado em formato CSV, KML e GeoTXT, tendo a possibilidade de um levantamento geográfico multifinalitário.

3 METODOLOGIA

De acordo com Barros e Lehfte (2000), metodologia corresponde a um conjunto de procedimentos utilizados por uma técnica, ou seja, a aplicação de um método através de processos e técnicas que garantem o saber obtido. Os autores conceituam o método como sendo o caminho ordenado e sistemático para se chegar a um fim.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A natureza da metodologia de pesquisa empregada neste trabalho é caracterizada como pesquisa bibliográfica, com análise qualitativa dos dados. De acordo com Lakatos e Marconi (2003), a revisão bibliográfica busca uma situação desconhecida, concreta ou não, através de pesquisas iguais ou semelhantes, ou mesmo complementares de certos aspectos da pesquisa pretendida, que já foram citados em algum local, por alguma autor ou um grupo. As informações na pesquisa bibliográfica são obtidas por meio de fontes teóricas, ou seja, por meio de material publicado como artigos científicos, revistas e livros.

Segundo Diehl e Tatim (2004), uma pesquisa qualitativa tem como objetivo mostrar em nível de complexidade de determinados problemas, sendo essencial a compreensão e a classificação dos processos vividos no grupo, contribuindo nas mudanças, permitindo a compreensão das mais diversas características dos indivíduos. Tendo como principal aspecto da pesquisa qualitativa um maior enfoque na interpretação do objeto, maior importância no contexto do objeto pesquisado, ponto de vista do pesquisador interno à organização e com uma ampla quantidade de fonte de dados.

3.2 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

A proposta deste trabalho foi o desenvolvimento de uma aplicação móvel sem custo para a utilização de alunos e professores do IFMG-SJE nas aulas de Topografia, sendo assim, no seu desenvolvido foram utilizadas apenas ferramentas livres (*open-source*), ou seja,

gratuitas. Tais ferramentas foram escolhidas baseadas em pesquisas de mercado e pela indicação do orientador.

Durante o desenvolvimento do *software* ocorreu a modelagem do sistema, onde foram utilizados conceitos e ferramentas da Linguagem de modelagem unificada do inglês, *Unified Modeling Language* (UML), sendo construídos os diagramas de caso de uso, classe e banco de dados. Fowler (2005) reforça a relevância da utilização das notações proporcionadas pela UML para facilitar a comunicação e entendimento do *software*.

A UML é uma linguagem gráfica de modelagem para visualização, especificação, construção e documentação para desenvolver *softwares* (BOOCH, *et al.*, 2006). Para a confecção dos diagramas, foi utilizada a ferramenta Astah na sua versão gratuita *Astah Community*, que é própria para modelagem de dados. Esta ferramenta possibilita a criação de vários diagramas como: caso de uso, sequência, classe, atividade, entre outros. Além da exportação do diagrama para formatos de imagem, entre outros recursos (ASTAH, 2017).

A codificação do sistema foi realizada no Kit de Desenvolvimento de *Software* do inglês, *Software development kit* (SDK), do Android que é um pacote com diversas ferramentas utilizadas pelo Android Studio e pelos desenvolvedores Android. Que incluem componentes como o *SDK Tools*, *Build Tools* e o *Platform Tools*.

Os aplicativos são escritos usando a linguagem de programação Java e são executados na ART e Dalvik, que são máquinas virtuais personalizadas e projetadas para rodar dentro dos dispositivos Android que funcionam em cima de um kernel Linux.

Para o armazenamento dos dados, fez-se necessário algum mecanismo para persistência dos dados. Na qual para a implementação do banco de dados em uma aplicação, a plataforma Android, dentre uma série de inovações e facilidades, traz suporte nativo ao SQLite. Uma biblioteca de banco de dados baseado em SQL que atua como um “mini-SGBD”, capaz de controlar múltiplos bancos de dados que podem conter inúmeras tabelas.

Podendo o desenvolvedor criar o banco de dados e as tabelas, assim como manipular seus dados através dos comandos da Linguagem de Definição de Dados, do inglês, *Data Definition Language* (DDL) e da Linguagem de Manipulação de Dados, do inglês, *Data Manipulation Language* (DML) do SQL padrão.

3.3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Para a construção da aplicação móvel foram adotados métodos recomendados pela Engenharia de Software, sendo estes o levantamento e análise dos requisitos, modelagem dos dados, desenvolvimento da aplicação e realização de testes.

No levantamento e análise de requisitos, foram realizadas reuniões e entrevistas com o professor especialista em Topografia, a fim identificar as necessidades e restrições do sistema a ser desenvolvido, além de sugestões de funcionalidades.

A etapa seguinte foi a modelagem dos dados, na qual serão desenvolvidos diagramas utilizando as notações da UML, para um melhor entendimento dos requisitos identificados e posteriormente, usados para a documentação do sistema.

Foi desenvolvido então um protótipo funcional de acordo com os requisitos identificados, estes foram filtrados a partir de orientações junto ao professor da área, na qual exemplificou uma real coleta de dados de um levantamento topográfico.

Assim foi realizado o esboço das telas da aplicação, objetivando atender às heurísticas de usabilidade, gerando uma interface intuitiva do sistema. Além do Menu principal da aplicação, foi desenvolvida uma tela para cadastro de levantamentos topográficos. Logo após, uma tela para o cadastro dos dados, referente à caderneta de campo. Onde o usuário informará os seguintes dados referentes as leituras pertinentes a cada levantamento.

Na tela principal existe um botão que permite sincronizar os dados inseridos com o servidor web, onde está hospedado o SALT. Possibilitando assim que seja calculada a poligonal básica e a área da região medida respectivamente. Além de gerar o desenho planimétrico da área levantada no SALT em sua versão online.

Durante a fase final da implementação do aplicativo, foi testado todas as suas funcionalidades a fim de identificar possíveis erros de codificação ou falhas no funcionamento. Após a realização dos testes, os erros encontrados (bugs), foram corrigidos e gerado a versão final da aplicação.

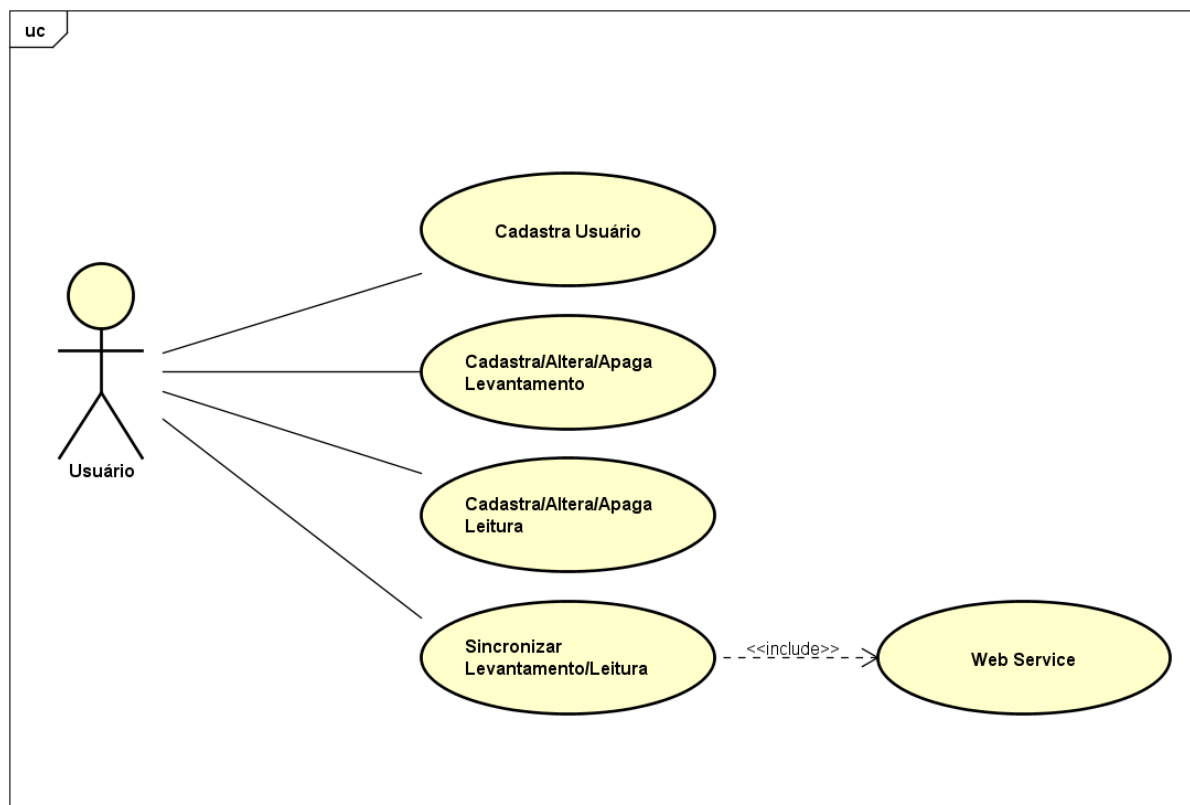
Após o termino do desenvolvimento da aplicação e da realização de testes, foi realizada a integração com o sistema SALT, com o intuito de verificar a coerência entre as estruturas de dados dos sistemas e também consistência para com o conteúdo dos dados envolvidos. Ao finalizar a integração o aplicativo passou por testes de campo, na qual foi utilizado pelos alunos e o professor da disciplina de Topografia, que realizaram a coleta de dados de levantamentos

topográficos de áreas determinadas. Ao fim do trabalho, o aplicativo foi disponibilizado em uma versão APK para uso.

3.4 UML E DIAGRAMAS

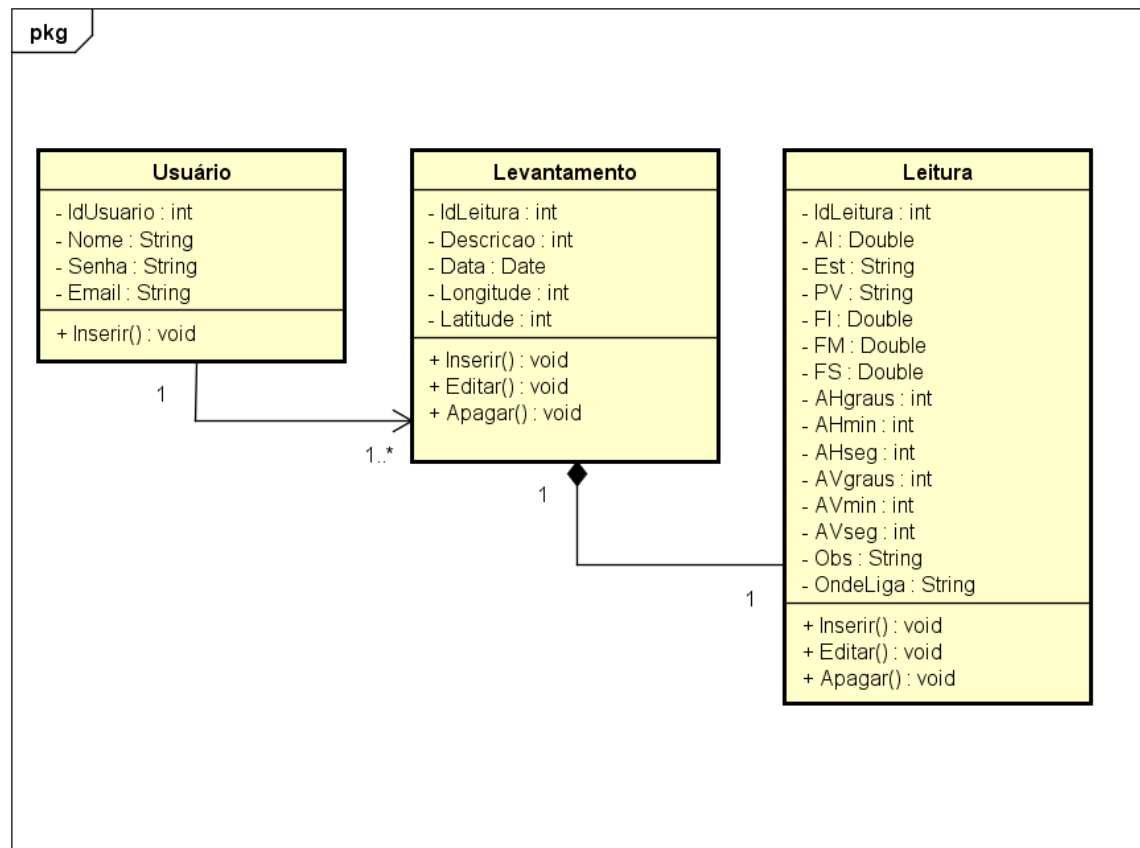
Durante o desenvolvimento do *software* ocorreu a modelagem do sistema, onde foram utilizados conceitos e ferramentas da *UML*, sendo elaborados os diagramas de caso de uso, e o diagrama de classes, implementados com o *software Star UML*. O diagrama de caso de uso e o diagrama de classes, são representados respectivamente pelas Figuras 9 e 10 a seguir.

Figura 9 - Diagrama de Caso de Uso.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 - Diagrama de Classe



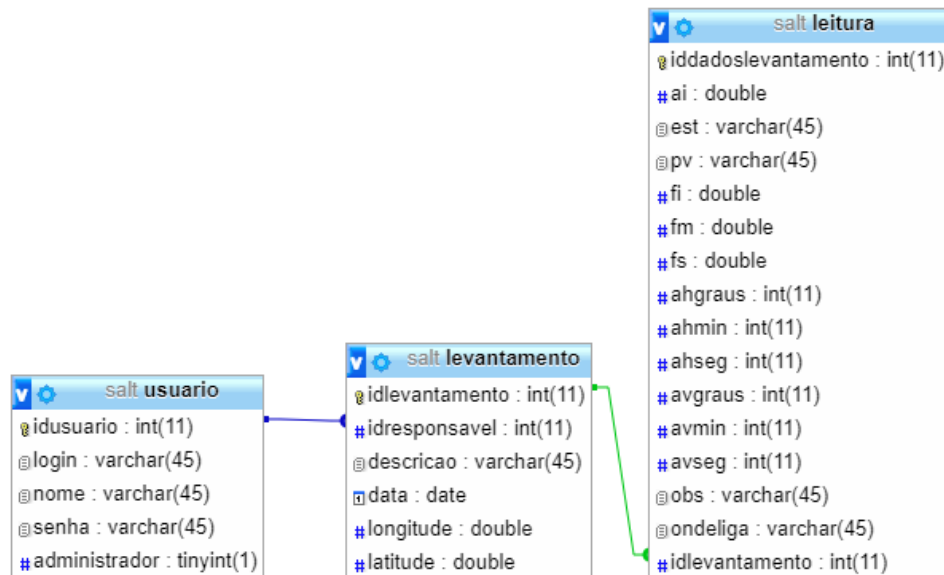
Fonte: Elaborado pelo autor.

Guedes (2011), afirma que o diagrama de casos de uso é o diagrama mais geral e informal da UML, sendo utilizado nas fases de levantamento e análise de requisitos do sistema, embora possa ser consultado durante todo o processo de modelagem. Apresenta uma linguagem de fácil compreensão para que os usuários visualizem como o sistema irá se comportar. Procura identificar os atores (usuários ou outros sistemas) que irão interagir de alguma forma com o sistema a ser desenvolvido.

Um diagrama de classes define a estrutura das classes utilizadas pelo sistema, determinando os atributos e métodos que cada classe tem, além de estabelecer como as classes se relacionam e trocam informações entre si (GUEDES, 2011). Segundo Booch *et al.* (2006), um diagrama de classes mostra um conjunto de classes, interfaces, colaborações e seus relacionamentos, sendo usado para modelar a visão estática de um projeto de sistema. Este tipo de diagrama também é a base para os diagramas de componentes e de implantação. Diagramas de classe são mais utilizados na modelagem de sistemas orientados a objetos e dão suporte para os requisitos funcionais do sistema.

Representado pela Figura 11, foi criado também um diagrama do banco de dados para melhor visualização e orientação na criação do mesmo.

Figura 11 - Diagrama de Banco de Dados



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.5 POPULAÇÃO DE AMOSTRA

Faz parte do planejamento da investigação definir em que população (universo) será aplicada a pesquisa e explicar como será selecionada a amostra e o quanto esta representa a população estudada (SIENA, 2007, p.100).

Conforme descrevem Marconi e Lakatos (2010), devido a inúmeras variáveis que impossibilitam o estudo por completo do universo da pesquisa, este projeto foi realizado com uma amostragem representativa da população. E busca por fim obter dados satisfatórios para o aprendizado da aplicação em questão.

Este trabalho adotou como unidade de análise os professores e os alunos dos cursos técnico e superior da disciplina de Topografia do IFMG-SJE, que participaram dos testes do aplicativo desenvolvido, inserindo levantamentos e cadastrando leituras com o auxílio do mesmo.

3.6 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado o Software para Auxílio de Levantamento Topográfico e Geração de Desenho Planimétrico de Área (SALT). O público alvo do projeto proposto são os alunos que cursam a disciplina de Topografia.

O Levantamento topográfico que é realizado por meio do SALT, desenvolvido por Campos (2016), representa extrema otimização no processo de levantamento e processamento de dados, pois garante que sejam realizadas as etapas de cadastramento de levantamentos e leituras, cálculos e geração de desenho. Porém por se tratar de uma ferramenta web, torna-se dependente do uso da internet para seu funcionamento, já que em caso de ausência de conexão à internet no local de coleta dos dados, torna-se impossível o seu uso naquele momento, fazendo com que seja necessário a utilização da caderneta de campo (prática manual) para posterior repasse dos dados no SALT, o que gera uma redundância de atividades.

Neste contexto, a ideia foi desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis que realize a coleta dos dados referentes aos levantamentos e suas respectivas leituras, realizados a partir da utilização do teodolito, e que possam ser realizados de forma *off-line* – sem conexão com a internet. Podendo estes levantamentos e leituras serem sincronizados num momento posterior quando houver conexão com a internet. Os dispositivos móveis alvos são os *smartphones* que possuem o sistema operacional Android com versão API 22 mínima ou superior. Este aplicativo realiza a sincronização das informações coletadas a um *Web Service* que envia ao sistema web, para que possa ser realizado cálculos e geração de desenho.

3.7 ANÁLISE DE REQUISITOS

Esta seção apresenta os requisitos funcionais e não-funcionais para o aplicativo móvel desenvolvido.

3.7.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais apresentam os serviços que o aplicativo deve oferecer e suas funcionalidades, e como devem se comportar as entradas nas mais variadas situações (Sommerville, 2007).

Os requisitos funcionais para o sistema proposto são:

- O aplicativo deve permitir a validação de login e senha dos usuários, bem como permitir a criação de novos usuários;
- O aplicativo deve listar os levantamentos vinculados ao usuário autenticado, bem como permitir que o usuário crie um novo levantamento;
- O aplicativo deve listar as leituras do levantamento selecionado, bem como permitir que o usuário crie uma nova leitura para este levantamento;
- O aplicativo deve permitir o envio/sincronização dos levantamentos e suas respectivas leituras.

3.7.2 Requisitos Não-Funcionais

Os requisitos não funcionais do protótipo são:

- O acesso do usuário será realizado por meio da criação de um perfil, no qual não deverá ser armazenado nenhum dado pessoal além do nome do usuário e um e-mail;
- O protótipo não fará utilização dos dados móveis ou de redes Wi-Fi para o seu pleno funcionamento, exceto caso o usuário realizar a sincronização dos levantamentos;
- O protótipo não fará uso de funcionalidades nativas do Android;
- A interface do aplicativo deverá ser limpa, a fim de permitir que o usuário consiga identificar com facilidade todas as opções disponíveis;
- O aplicativo deve ser acessível a qualquer smartphone equipado com o Android a fim de atender mais de 75% dos smartphones com o sistema em suas diferentes versões;
- O aplicativo possuirá telas que apresente todas informações do levantamento ou da leitura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos possibilitaram o desenvolvimento de propostas de melhoria contínua do *software*, com uma implementação futura de novas funcionalidades, e a inclusão de novos recursos tecnológicos nas aulas de Topografia, em busca de uma maior familiaridade dos alunos com instrumentos tecnológicos utilizados por eles, e uma melhor qualidade no processo de ensino e aprendizagem.

4.1 RESULTADOS DOS DADOS

Transcorrido o desenvolvimento do trabalho, foi possível alcançar o objetivo de oferecer aos alunos e professores do IFMG-SJE um aplicativo que atenda a restrição do *software* web SALT, sendo este sem custo para a realização da prática de coleta de dados em levantamentos topográficos a ser utilizado principalmente nas aulas de Topografia dos cursos ofertados.

Foi possível o desenvolvimento funcional do aplicativo, tornando desnecessária a utilização da caderneta de campo para coleta de dados em locais onde não existe conexão com a internet, tratando-se da otimização no processo de coleta dos dados dos levantamentos, o que tornou mais rápido e amplo as formas de inserção e armazenamento dos dados, evitando o retrabalho de inserção dos dados em outro sistema para cálculos.

De acordo com os testes realizados, o aplicativo garantiu sua interface de fácil uso, além de ser bastante útil para o armazenamento e centralização das informações, e oferecer funcionalidades básicas no levantamento, porém primordiais, como tornar a caderneta de campo “digital”.

Espera-se com o resultado deste projeto a redução no tempo gasto no processo de realização do cadastramento e cálculos do levantamento para se obter o desenho, pelo fato de o usuário não ter a necessidade de coletar os dados e depois descarregá-los em um computador para fazer o processamento dos mesmos, pois os dados serão coletados por meio do aplicativo e posteriormente sincronizados para o SALT, evitando o retrabalho existente na inserção dos dados da caderneta de campo. O aplicativo garantiu agilidade na coleta das informações pertinentes ao levantamento topográfico o que o torna esta solução de extremo potencial para utilização nos levantamentos topográficos.

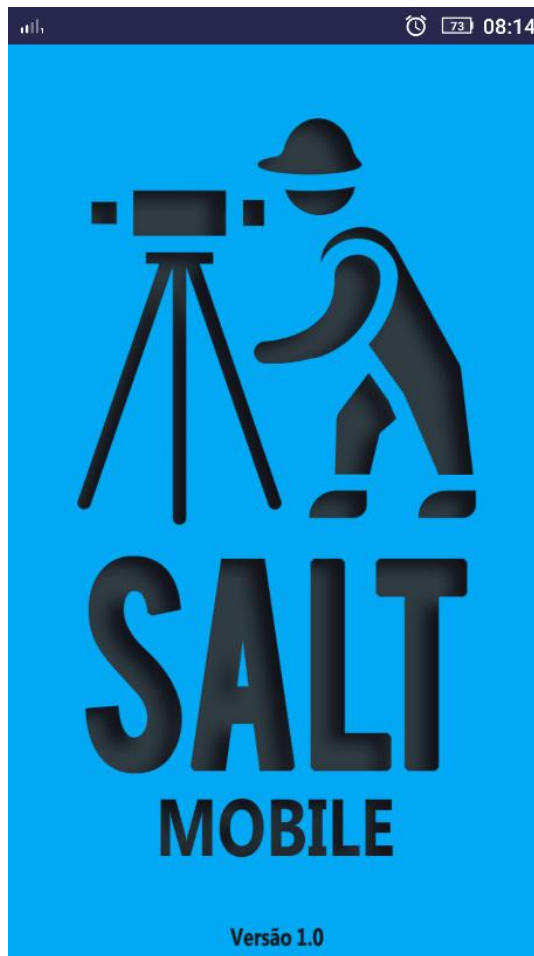
4.2 DESCRITIVO DO APLICATIVO

4.2.1 *Splash Screens*, Tela de Login e Tela de Criação de Usuário

Logo que a aplicação é aberta, é apresentado a tela de abertura, tecnicamente conhecidas como *Splash Screens* representada na Figura 12, essas telas são apresentadas ao usuário no primeiro instante em que ele abre a App, justamente para apresentarmos uma marca, ou então realizarmos algum tipo de pré-processamento que exige alguns segundos. Em seguida é apresentada a tela de Login como mostra a Figura 13, na qual o usuário já cadastrado poderá inserir seu Email e sua respectiva senha para acessar a aplicação. Caso o usuário não possua cadastro, então com um click na opção “Não é cadastrado: Crie sua conta” ele é redirecionado a tela de cadastro como mostra a Figura 14 na qual ele informa o Nome(Apelido), seu Email válido e sua senha. Se todas informações forem preenchidas corretamente e a senha confirmada será apresentada uma mensagem ao usuário confirmado a criação do usuário, podendo este acessar a tela de Login e realizar seu acesso.

Nas imagens a seguir é apresentado o *Splash Screen*, a tela de login e a tela de cadastro de usuário respectivamente:

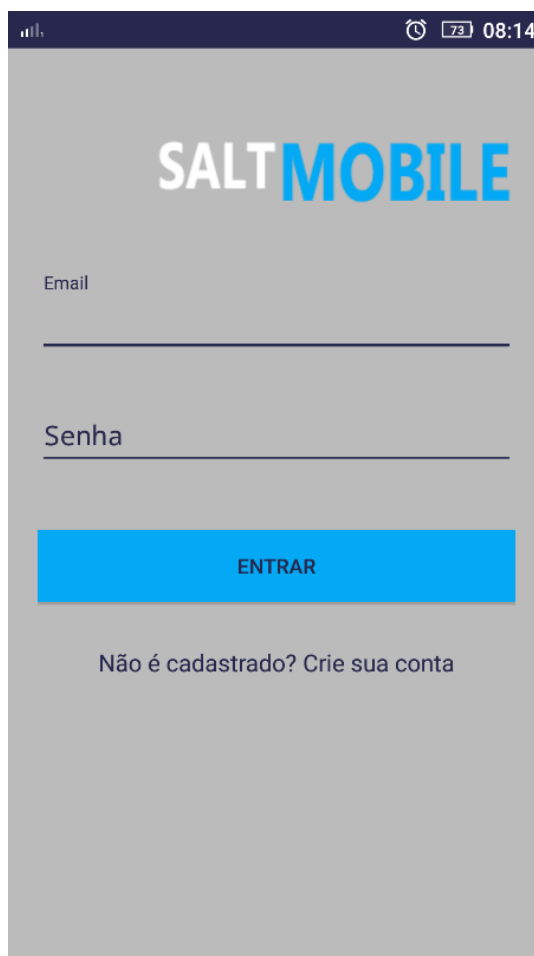
Figura 12 - Splash Screen.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tela de Login o usuário irá informar seu Email e sua Senha, caso esse esteja já cadastrado na aplicação, caso exista erro nas informações inseridas como, usuário inexistente ou usuário não cadastrado será apresentado ao mesmo a mensagem “E-mail ou senha incorretos”, caso o usuário deixe algum campo em branco a aplicação irá apresentar uma mensagem indicando o campo em branco e a respectiva mensagem para inserir o campo em branco, como “Insira seu email” ou “Insira sua senha”. A seguir é apresentado a tela com os campos para Login.

Figura 13 - Tela de Login.

A imagem mostra a interface de login de um aplicativo móvel. No topo, há uma barra de status com ícones de sinal, bateria (73%) e o horário 08:14. O logotipo "SALT MOBILE" está centralizado na parte superior da tela, com "SALT" em branco e "MOBILE" em azul. Abaixo do logotipo, há dois campos de entrada: "Email" e "Senha", cada um com uma linha de texto abaixo dele. Um botão azul com o texto "ENTRAR" em branco está posicionado abaixo dos campos. Na base da tela, há um link de texto que diz "Não é cadastrado? Crie sua conta".

SALT MOBILE

Email

Senha

ENTRAR

Não é cadastrado? Crie sua conta

Fonte: Elaborado pelo autor.

Caso o usuário não possua usuário e senha cadastrados é necessário que ele se cadastre e crie sua própria conta, neste caso é apresentado ao usuário uma tela com o formulário de informações necessárias para criar sua conta. Todos os campos são de preenchimento obrigatório e o campo “Senha” possui o campo “Confirmar Senha” na qual é verificada a igualdade das duas senhas inseridas para evitar que o usuário digite alguma senha que seja incorreta da que ele realmente tenha sugerido. Após cadastro se tudo estiver correto, será apresentado uma mensagem informando sucesso no cadastro, caso exista alguma pendência ou erro na inserção de alguma informação é apresentado a mensagem respectiva ao erro. A seguir é apresentado a figura com o formulário de cadastro de usuário.

Figura 14 - Tela de Cadastro de Usuário.

SALT MOBILE

Nome

Email

Senha

Confirmar Senha

CADASTRAR

Já é um membro? Faça Login

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.2 Tela Menu Principal

Ao acessar o aplicativo é aberta a tela principal como apresentado na Figura 15, na qual é possível visualizar o menu de ícones e uma mensagem de saudação que apresenta o nome/email do usuário logado:

Figura 15 - Tela Principal com o Menu.



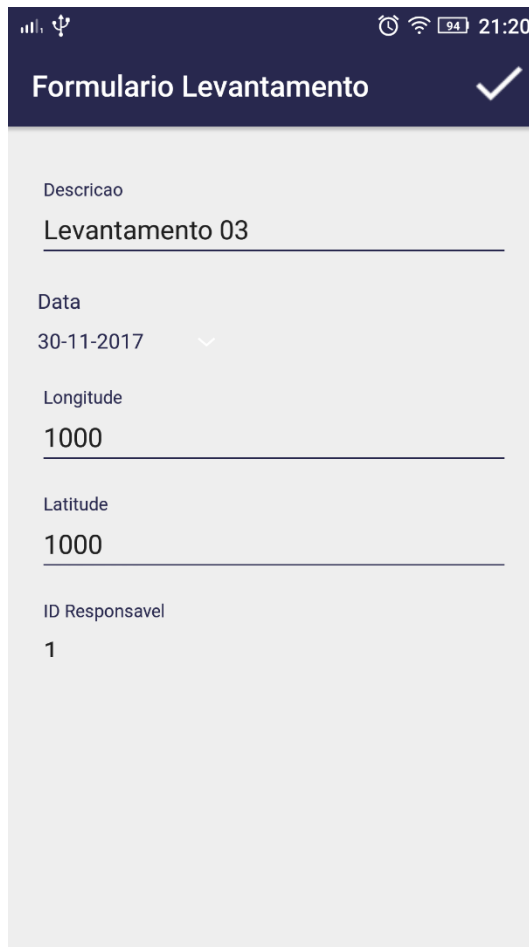
Fonte: Elaborado pelo autor.

O menu é apresentado com todas as funcionalidades presentes no aplicativo, juntamente com um ícone para facilitar a identificação e o nome da opção escolhida.

4.2.3 Levantamento e Leitura

Na funcionalidade de “Novo Levantamento”, pode-se como incluir novos Levantamentos vinculados ao usuário logado, podendo somente este ter acesso aos levantamentos adicionados. A tela de criação de um novo levantamento é composta por quatro campos: Descrição, Data, Longitude e Latitude, conforme Figura 16.

Figura 16 – Tela de Novo Levantamento.



Formulario Levantamento

Descricao
Levantamento 03

Data
30-11-2017

Longitude
1000

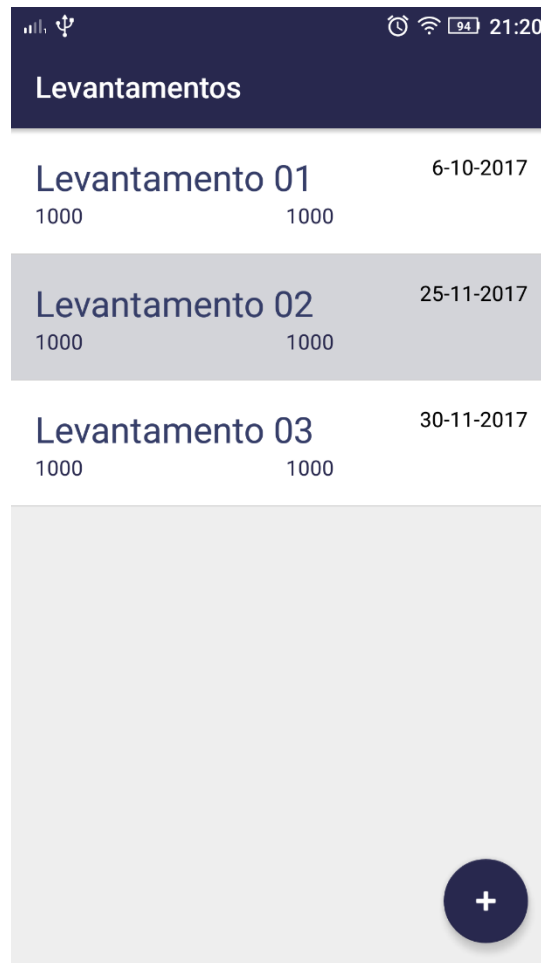
Latitude
1000

ID Responsavel
1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao informar os campos e clicar na opção “✓” é realizado o cadastro do levantamento, na qual o levantamento adicionado é listado na tela Listar Levantamentos, onde é possível visualizar todos os levantamentos realizados pelo usuário e uma breve apresentação das informações de cada levantamento. A partir da tela de Listar Levantamentos é possível adicionar um novo Levantamento a partir de um botão flutuante - *Floating Action Button* disponível na tela, que redireciona para a tela de novo levantamento, como é apresentado na Figura 17.

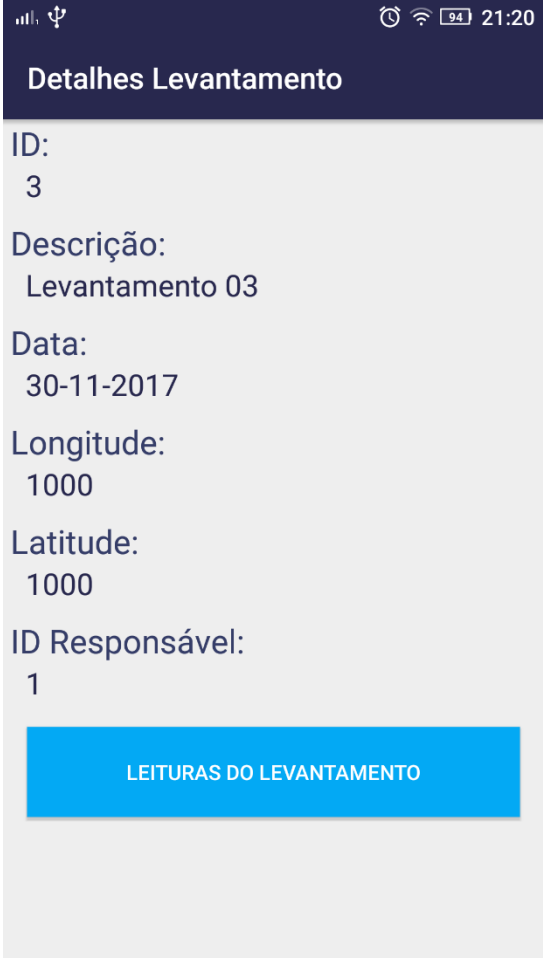
Figura 17 - Tela de Listagem de Levantamentos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para visualizar detalhes de cada Levantamento ou seja todas as informações pertinentes ao mesmo, deve-se clicar sobre o levantamento e em seguida será apresentada uma tela com os dados do Levantamento clicado como exemplifica a Figura 18, caso o usuário queira editar ou apagar o Levantamento é necessário que este dê um *Long Click* sobre o levantamento desejado e assim será apresentado a ele um *Dialog* com as opções Editar e Apagar como mostrada conforme Figura 19.

Figura 18 - Tela de Detalhes do Levantamento.



Detalhes Levantamento

ID:
3

Descrição:
Levantamento 03

Data:
30-11-2017

Longitude:
1000

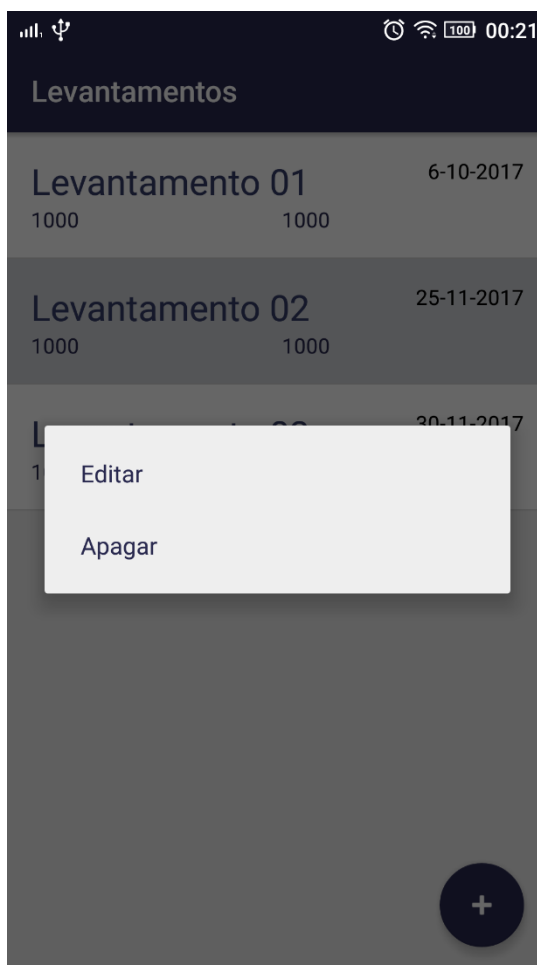
Latitude:
1000

ID Responsável:
1

LEITURAS DO LEVANTAMENTO

Fonte: Elaborado pelo autor.

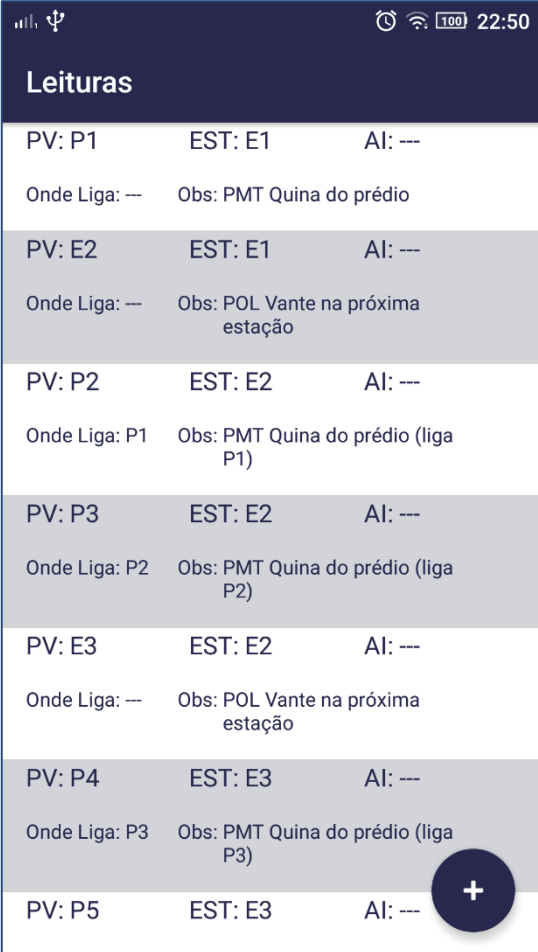
Figura 19 - Tela Opções do Levantamento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao escolher dentre as opções a “Editar” os dados pertinentes ao levantamento clicado serão carregados no formulário e estes podem ser alterados pelo usuário, caso seja a opção “Apagar” o aplicativo irá apresentar um *Dialog* para confirmar a ação de exclusão daquele levantamento. Na janela Detalhes existe o botão “Leituras do Levantamento” na qual a partir dele é possível acessar as leituras pertinentes ao Levantamento visualizado, ao clicar neste botão o usuário é redirecionado a uma nova janela onde é apresentado a listagem das leituras, conforme é apresentado a seguir na Figura 20.

Figura 20 - Tela de Listagem de Leituras.



Leituras		
PV: P1	EST: E1	AI: ---
Onde Liga: ---	Obs: PMT Quina do prédio	
PV: E2	EST: E1	AI: ---
Onde Liga: ---	Obs: POL Vante na próxima estação	
PV: P2	EST: E2	AI: ---
Onde Liga: P1	Obs: PMT Quina do prédio (liga P1)	
PV: P3	EST: E2	AI: ---
Onde Liga: P2	Obs: PMT Quina do prédio (liga P2)	
PV: E3	EST: E2	AI: ---
Onde Liga: ---	Obs: POL Vante na próxima estação	
PV: P4	EST: E3	AI: ---
Onde Liga: P3	Obs: PMT Quina do prédio (liga P3)	
PV: P5	EST: E3	AI: ---

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesta tela é possível visualizar todos as leituras realizados pelo usuário em um levantamento e uma breve apresentação das informações de cada leitura. A partir da tela de Leituras é possível adicionar um nova Leitura a partir de um botão flutuante - *Floating Action Button* na tela, que redireciona para a tela de nova leitura. A tela para o cadastro das leituras irá coletar os dados referente à caderneta de campo. Onde o usuário informará os seguintes dados:

- AI (Altura do aparelho em relação ao solo);
- EST (Estação: local onde o aparelho está instalado na área);
- PV (Ponto visado: local onde a mira ou prisma estão situados na área);
- FI (Fio estadimétrico inferior: traço localizado na extremidade inferior aparente na mira ao olhar pela luneta, usado no cálculo da distância horizontal);
- FM (Fio estadimétrico médio: traço médio aparente na mira ao olhar pela luneta, usado no cálculo da distância horizontal);
- FS (Fio estadimétrico superior: traço localizado na extremidade superior da mira);
- AH (Ângulo horizontal: indica a direção para onde a luneta aponta);

- AV (Ângulo vertical: ângulo que indica a inclinação da luneta);
- OBS (Observações).

Estes dados coletados nas leituras são de suma importância, pois são estes que possibilitam que seja calculada a poligonal básica e a área da região medida respectivamente. Além de gerar o desenho planimétrico da área levantada. Na Figura 21 é apresentado o formulário de cadastro de Leitura.

Figura 21 - Tela de Nova Leitura.

AI	Est	PV
FI	FM	FS
AH (graus)		
AH (min)		
AH (seg)		
AV (graus)		
AV (min)		
AV (seg)		
Onde liga	Obs.	
1		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para visualizar detalhes de cada Leitura ou seja todas as informações pertinentes à mesma, deve-se clicar sobre a leitura e em seguida será apresentada uma tela com os dados da Leitura clicada como exemplifica a Figura 22, caso o usuário queira editar ou apagar a Leitura é necessário que este dê um *Long Click* sobre a leitura desejada e assim será apresentado a ele um Dialog com as opções Editar e Apagar como mostrada conforme Figura 23.

Figura 22 - Tela de Detalhes da Leitura.

Detalhes Leitura

Altura do Aparelho:

Ângulo Horizontal:
Graus:99 Min:29 Seg:0

Ângulo Vertical:
Graus:92 Min:40 Seg:0

Estação:
E3

Fio Estadimétrico:
Inferior: 1 Médio: 1.208 Superior:
1.416

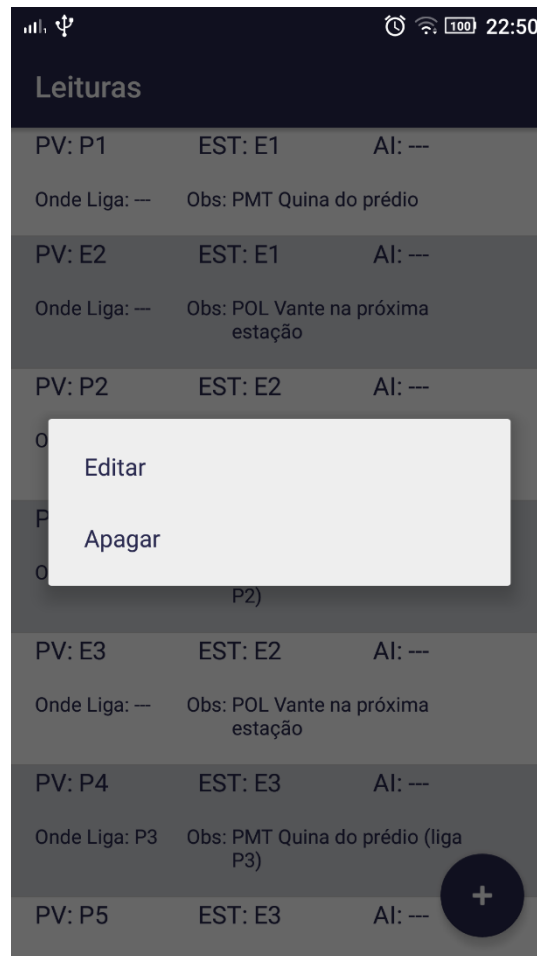
Ponto visado:
P8

Onde Liga:
P7

Observação:
PMT Quina do prédio (liga P7)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 23 - Tela Opções da Leitura.



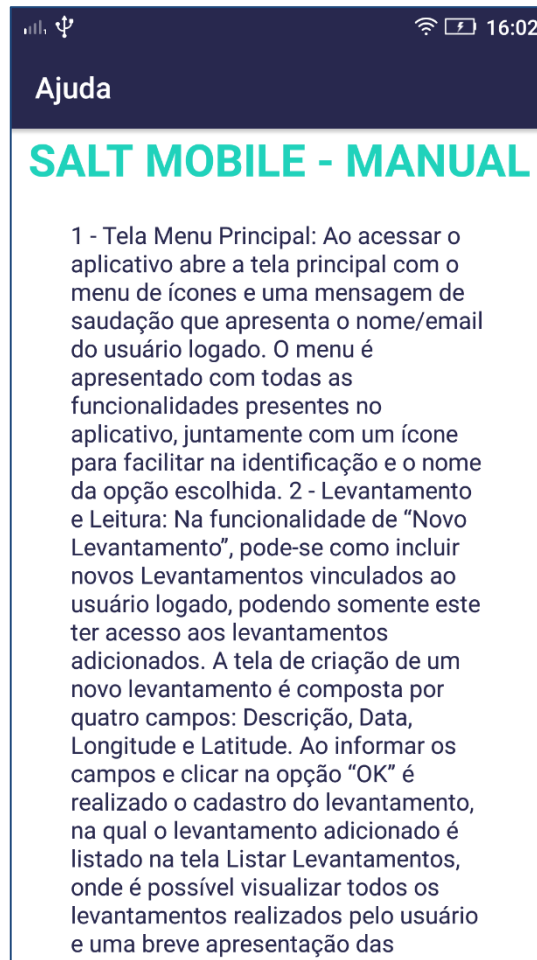
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para navegar entre as telas o usuário irá utilizar o próprio botão back/voltar do seu *Smartphone* e este irá seguir as ordens de *parents* definidos dentro do arquivo *Manifest* do Android, na qual é definido a *activity* pai de cada uma.

4.2.4 Ajuda e Sobre

Na tela principal onde é exibido o Menu, existem por fim dois botões respectivamente “Ajuda” e “Sobre”, na qual o botão Ajuda redireciona a uma tela que traz informações sobre a utilização do aplicativo respectivamente como mostrada conforme Figura 24.

Figura 24 - Tela Ajuda.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já o botão Sobre redireciona o usuário a uma tela na qual é apresentado informações pertinentes a equipe de desenvolvimento e versão do *software* atual do aplicativo como é apresentado na Figura 25.

Figura 25 - Tela Sobre.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.5 Sincronizar

Clicando no menu principal no botão “Fazer Sincronização” é possível listar os levantamentos inseridos pelo usuário, na qual por meio do Webservice o usuário pode realizar o envio de um dos levantamentos listados. Para sincronizar é necessário que o usuário clique sobre o levantamento que este queira enviar, o que abre uma *dialog* para confirmar o envio deste levantamento e suas respectivas leituras no banco de dados web SALT. Trata-se da seleção do levantamento e sua confirmação para sincroniza-lo, como é apresentado na Figura 26.

Figura 26 – Sincronizar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aplicativo SALT Mobile está disponível para *download* da sua APK na página do SALT no endereço <http://projetosti.net/salt/> bem como o *software* web está em funcionamento e pode ser acessado no mesmo endereço. Todos os objetivos e etapas propostas nesse projeto foram concluídos, entretanto, existem inúmeras outras funcionalidades e recursos a serem estudados e implementados na área de Topografia.

A realização dos testes proporcionaram um diagnóstico para o trabalho, na qual existem oportunidades de incremento a serem realizados, a fim de aumentar a usabilidade e garantir maior sucesso no uso da aplicação.

Não se trata apenas de substituir a caderneta de campo por um formulário digital, mas criar um ambiente que estimule o desenvolvimento do aluno e possa otimizar o seu aprendizado. Desta forma, o aplicativo SALT Mobile poderá se constituir como um grande parceiro não só para os alunos, mas também para os professores, deixando o processo de ensino aprendizagem mais dinâmico e com ferramentas que atualmente estão ao alcance de boa parte das pessoas, como os *smartphones* e *tablets*.

Foram encontradas inúmeras dificuldades no decorrer do desenvolvimento do aplicativo, que exigiram a busca em fóruns, tutoriais e outros trabalhos disponíveis na internet para auxílio na solução dos problemas encontrados. Tais problemas incluem, por exemplo, a utilização da própria IDE do Android Studio que por se tratar de uma ferramenta anteriormente desconhecida, e por não ter nenhum conhecimento prévio quanto a suas funcionalidades e pela complexidade de sua estrutura de arquivos, para conseguir implementar o aplicativo foi necessário aprender a utilizar o Android Studio para posteriormente fazer uso deste para o projeto.

A configuração do ambiente envolveu também alguns problemas, que acabaram exigindo a desinstalação do Android Studio diversas vezes no computador, reinstalação da versão mais atualizada deste, e a realização do download do *bundle* do site de desenvolvedores do Google Android. Posteriormente, foi necessária a atualização das APIs e pacotes extras. Por se tratar de uma IDE que possui um alto consumo de memória, para o desenvolvimento do aplicativo foi utilizado um computador com 4 GB de memória, valor mínimo necessário o que dificultou a compilação e desenvolvimento em diversos momentos. Com o desenvolvimento deste protótipo, foi possível adquirir e melhorar consideravelmente o conhecimento de Android do autor do trabalho, contando com a comunidade assídua em fóruns

de desenvolvimento como o stackoverflow.com e de tutoriais. Também, mesmo com todas as dificuldades encontradas, foram implementadas as funcionalidades do trabalho, tendo este interfaces limpas e intuitivas. Além disso, houve o contato com o banco de dados Sqlite para manipulação e armazenamento de dados no Android, dentre outras funcionalidades nativas das aplicações Android.

E como principal objetivo, conseguiu-se implementar a aplicação desta ideia que tem como principal objetivo ser ferramenta de auxílio no processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Topografia.

5.1 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Apesar do aplicativo e o sistema se encontrarem em uma versão *beta* para ser utilizado pelos alunos e professores durante as aulas para levantamento planimétrico pelo método de irradiação, após o desenvolvimento do protótipo apresentado nesta trabalho, perceberam-se algumas funcionalidades que, se implementadas, poderiam torná-lo mais robusto e completo, e algumas mudanças necessárias para obter um aplicativo ideal para utilização, aumentando a facilidade de seu acesso, e expandindo seu uso além da área acadêmica:

- Incluir a funcionalidade de cálculo de irradiações, área e poligonal básica;
- Adicionar a funcionalidade desenho planimétrico gerado com base nos cálculos dos levantamentos inseridos;
- Estudar a viabilidade de se exportar ou salvar o desenho gerado para enviar por e-mail ou salvar no próprio *smartphone*.
- Incluir a exportação e importação dos dados, para permitir que este utilize o aplicativo com os seus dados em qualquer dispositivo, com a diferença de se incluir um usuário e senha para acesso ao aplicativo;
- Implementar as funcionalidade de exportação, na qual o usuário poderá gerar um arquivo com os dados pertinentes ao levantamento;
- Implementação de importação de arquivo gerado pelo aparelho estação total, onde são armazenadas as leituras realizadas;
- Atender a coleta de levantamentos planialtimétrico bem como a geração de seu desenho(3D), dos levantamentos realizados;

- Migrar da plataforma do Android para o IOS, a fim de atender o sistema operacional mais aperfeiçoado do mercado em *smartphones* e principalmente em *tablet*.

Com a finalização do projeto será elaborado um artigo científico que compreenderá todas as etapas do trabalho, e destacará os resultados obtidos. Haverá posteriormente a publicação dos resultados e disponibilização da APK do aplicativo ao Instituto.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 13.133. **Execução de levantamento topográfico**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: 1994.

Android. Android Interfaces and Architecture | Android Open Source Project. 2017. Disponível em: <<http://source.android.com/devices/index.html>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

ASTAH. **Astah Community**. 2017. Disponível em: <<http://astah.net/editions/community>>. Acesso em: 09 maio 2017.

BARROS, A. J. S. e LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia**: Um Guia para a Iniciação Científica. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **UML: guia do usuário**. Elsevier Brasil, 2006.

BRANDALIZE, Maria Cecília Bonato. Topografia. **Curitiba: PUC/PR**, 2016.

CAMPOS, Marlon Guido Ferreira. **Proposta de Desenvolvimento de Software para Auxílio de Levantamento Topográfico e Geração de Desenho Planimétrico de Área**. 2016. 48 p. Dissertação (Bacharelado em Sistemas de Informação)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, São João Evangelista, 2016.

CARDOSO, Gabriel Greco Guimarães *et al.* ESTUDO DE ÁREAS EM LEVANTAMENTO PANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO E IRRADIAÇÃO EM TEODOLITO DIGITAL E ANALÓGICO. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 2, n. 1, 2013.

DA SILVA, Eduardo Vidal Magalhães. **ESTUDO DOS AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA LOCAÇÃO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DE SOUZA, Genival Corrêa. **Análise de metodologias no levantamento de dados espaciais para cadastro urbano**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DIEHL, A. A.; TATIM, D. C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

FARIA FILHO, Reynaldo Furtado. **Apostila de ECV310 - Fundamentos De Cartografia, Topografia e Estradas**. 2011. ed. Universidade Federal de Viçosa – Campus de Rio Paranaíba: [s.n.], 2011. 118 p.

FIRTMAN, Maximiliano. **Programming the Mobile Web**. Sebastopol: O'reilly Media, 2010.

FOWLER, Martin. **UML essencial: um breve guia para a linguagem-padrão de modelagem de objetos**. Tradução João Tortello. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GARTNER. **Gartner Says Five of Top 10 Worldwide Mobile Phone Vendors Increased Sales in Second Quarter of 2016**. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/3415117>>. Acesso em 10 de maio de 2016.

GHIORZI, Wilmar Alves *et al.* **Proposta para informatização de serviços topográficos a partir de dados de campo coletados com teodolitos mecânicos**. 2002.

GLAUBER, Nelson. **Dominando o Android Studio, do básico ao avançado**. São Paulo: Novatec, 2015.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LECHETA, Ricardo R. **Google Android-3ª Edição: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. Novatec Editora, 2013.

MAMANI-ALIAGA, Alvaro H. *et al.* **Ferramentas para Coleta Móvel de Dados**. 2013.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003.

OSTRANDER, Jason. **Android UI Fundamentals: Develop and Design**. Peachpit Press, 2012.

PAPAJORGJI, Petraq (Ed.). **Automated Enterprise Systems for Maximizing Business Performance**. IGI Global, 2015.

PEKALA, Sara. **Android OS Adoption in Brazil and India**. 2015. Disponível em: <<http://blog.jana.com/blog/2015/10/29/brazilian-smartphone-users-quicker-to-adopt-new-android-os-than-indian-users>>. Acesso em: 10 maio 2017.

PEREIRA, Lucio Camilo Oliva; DA SILVA, Michel Lourenço. **Android para desenvolvedores**. Brasport, 2009.

RÉQUIA, G. H. **Desenvolvimento de aplicativos CR Campeiro Móvel - Caso de teste: Sistema Operacional Android**. 2013. 70 f. Dissertação (Mestrado no curso de Agricultura de Precisão), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

Rezende, J. V. P., Silva, B. N. M., and da Conceição, A. F. (2010). **Plataforma para desenvolvimento simples e flexível de questionários para Coleta Móvel de Dados (CMD)**. In ' I Workshop de Pesquisa e Desenvolvimento em Software Livre (WPeDSL), Natal-RN.

SIENA, Osmar. **Metodologia da pesquisa científica**: elementos para elaboração e apresentação de trabalhos acadêmicos. Porto Velho, 2007.

VEIGA, LAK. **Sistema para Mapeamento Automatizado em campo**: conceitos, metodologia e implantação de um protótipo. São Paulo, 2000.

VEIGA, Luis Augusto Koenig; ZANETTI, Maria Aparecida Z.; FAGGION, Pedro Luis. **Fundamentos de topografia. UFPR (Apostila)**, 2007.

VIANA, Windson; CAVALCANTE, Paula; CASTRO, **RMC Adaptador Móvel**: Uma abordagem para a construção de Aplicações Mobile Application Adapters utilizando especificações CC / PP e UAProf. Em: XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. 2005.

VOGEL, Lars. **Android SQLite Database - Tutorial**. 2011. Disponível em <<http://www.vogella.com/tutorials/AndroidSQLite/article.html>>. Acesso em: 20 maio 2017.

W3C: **Web Services Architecture**. 2004. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/ws-arch/>> Acesso em: 15 nov. 2017.