

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO POLITECNICO DA UFSM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA DE
PRECISÃO**

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS
CR CAMPEIRO MÓBILE - CASO DE TESTE:
SISTEMA OPERACIONAL ANDROID**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Gustavo Heydt Réquia

Santa Maria, RS, Brasil

2013

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS CR CAMPEIRO MÓBILE - CASO DE TESTE: SISTEMA OPERACIONAL ANDROID

Gustavo Heydt Réquia

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, Área de Concentração em Tecnologias em Agricultura de Precisão, do colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura de Precisão.**

Orientador: Prof. Dr. Enio Giotto

Santa Maria, RS, Brasil

2013

Réquia, Gustavo Heydt

Desenvolvimento de aplicativos CR Campeiro Móbile - Caso de teste:
Sistema Operacional Android / por Gustavo Heydt Réquia. – 2013.
70p.; 30 cm

Orientador: Enio Giotto

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Colégio
Politécnico da UFSM, Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão,
RS, 2013.

1. Android 2. Agricultura de Precisão 3.GPS I. Giotto, Enio II. Título.

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca
Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

© 2013

Todos os direitos autorais reservados a Gustavo Heydt Réquia. A reprodução de partes ou
do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Vinte de Setembro, 137 Apto 102. Centro, Santa Maria, RS. CEP: 97100-050
Fone: (0xx)55 9902-8162; E-mail: grequia@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Colégio Politécnico da UFSM
Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS CR CAMPEIRO MÓBILE-
CASO DE TESTE: SISTEMA OPERACIONAL ANDROID**

elaborada por
Gustavo Heydt Réquia

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agricultura de Precisão

COMISSÃO EXAMINADORA:

Enio Giotto, Dr.
(Presidente/ Orientador)

Claire Delfini Viana Cardoso, Dra. (UFSM)

Daniel Boemo, Dr. (IFFARROUPILHA)

Santa Maria, 29 de maio de 2013.

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa especialmente aos meus pais Nilson e Sonia e as minhas irmãs, Anelise, Patrícia e Sheila, pessoas pelas quais tenho grande admiração e que sempre me apoiaram, em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria, ao Colégio Politécnico da UFSM, ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão e aos Professores pelos ensinamentos compartilhados e dedicação.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Enio Giotto, que sempre esteve presente e me ajudou e apoiou quando preciso, entendeu as dificuldades e contribuiu de para à conclusão deste trabalho.

Aos Professores: Claire Delfini Viana Cardoso, Daniel Boemo por gentilmente aceitarem o convite em fazer parte desta Comissão Examinadora desta trabalho.

Aos Professores: Elódio Sebem e Telmo Jorge Carneiro Amado por toda dedicação e apoio durante esta etapa em minha vida.

Agradeço aos meus pais, Nilson Réquia e Sonia Maria Heydt Réquia que nunca me deixaram desanimar, sempre me indicando os melhores caminhos.

As minhas amadas irmãs, Anelise, Patrícia e Sheila que sempre em uma provocação ou brincadeira me incentivaram e me apoiaram dando força para sempre vencer.

Aos colegas de laboratório, pelo apoio à realização deste trabalho, Andressa, Fabio, Laureen, Leonice, Vanessa e claro em especial ao colega Charles Steinmentz que incondicionalmente sempre me apoiou e auxiliou no desenvolvimento e testes dos aplicativos.

Ao servidor Juliano, secretário do curso de pós-graduação em Agricultura de Precisão, por todo auxílio e dedicação durante esta etapa em minha vida.

Aos colegas de aula que me apoiaram na parte de análise durante a elaboração dos softwares, e apoio na troca de experiências que foram muito importantes no meu desenvolvimento.

Aos clientes, colegas de trabalho, alunos e todos os amigos e pessoas com quem convivi durante este período, e que fizeram este momento possível.

A minha namorada Lisiane Silveira que mesmo nos momentos mais críticos, estava ao meu lado, incentivando e dando força para que nunca saísse do foco.

A todos citados, o meu agradecimento!

É preciso saber trabalhar a terra, saber
contatá-la, semear, tocar, porque a terra
nos oferece, antes de tudo, a primeira
forma de pedagogia.

Prof. Antonio Meneghetti

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão
Universidade Federal de Santa Maria

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS CR CAMPEIRO MÓBILE CASO DE TESTE: SISTEMA OPERACIONAL ANDROID

AUTOR: GUSTAVO HEYDT REQUIA

ORIENTADOR: ENIO GIOTTO

Data e local da defesa: Santa Maria, 12 de Junho de 2013.

Este trabalho teve como desafio disponibilizar algumas tecnologias (aplicativos) para os produtores rurais, como ferramenta para promover a competitividade do agronegócio brasileiro, utilizando *smartphones* e *tablets*, com sistema operacional *Android*, já popularizado pela comunidade em geral. Com o desenvolvimento desses aplicativos, o usuário não terá necessidade de adquirir outro aparelho específico de GPS para coletar dados e depois descarregá-los em um computador desktop para fazer o processamento dos mesmos, pois os dados serão coletados por meio da tecnologia popularizada, o qual tem uma de suas funções o GPS e serão processadas no próprio dispositivo. Para o desenvolvimento desses sistemas serão utilizados, linguagem de programação Java, linguagem UML entre outros *softwares* necessários para o desenvolvimento dos mesmos. Sendo assim, os sistemas propostos têm como objetivo auxiliar a agricultura de precisão utilizando dispositivos móveis e processamento em tempo real.

Palavras-chave: Android. Agricultura de Precisão. GPS.

ABSTRACT

Master's degree dissertation
Master Course in Precision Agriculture
Federal University of Santa Maria

APPLICATION DEVELOPMENT CR CAMPEIRO MOBILE TEST CASE: ANDROID OPERATING SYSTEM

AUTHOR: GUSTAVO HEYDT REQUIA

SUPERVISOR: ENIO GIOTTO

Santa Maria, June 12, 2013.

The present work had the purpose of making a few technologies (applications) available for farmers as a tool to promote the competitive edge of Brazilian agribusiness by using smartphones and tablets with Android operating system already popularized by general community. With the development of these applications, user will not need to acquire another specific GPS device for data collection and subsequent discharging on a desktop computer in order to process them because data will be collected through the technology popularized, which has the GPS as one of its functions, and posteriorly processed on the device itself. The development of these systems will require Java programming language and UML language among other softwares necessary to develop them. Thus, the systems proposed have the purpose of supporting precision agriculture by using mobile devices and real time processing.

Key words: Android. Precision Agriculture. GPS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Ponto 2D, Amostra e Polígono	15
Figura 02- Representação Geométrica de Grade Regular	16
Figura 03- Representação Geométrica de Imagem	17
Figura 04- Sistema de Coordenadas Geográficas	18
Figura 05- Folha na escala 1:1.000.000 que abrangem o Brasil	18
Figura 06- Ciclo da Agricultura de Precisão	20
Figura 07- Tela Inicial do Aplicativo CR Campeiro7	23
Figura 08- Casos de uso das funcionalidades	31
Figura 09- Casos de uso do aplicativo GPS MALHA	32
Figura 10- Diagrama de Atividade - Fluxo Principal	32
Figura 11- Tela Inicial do Software	33
Figura 12- Complementar ação usando	34
Figura 13- Coordenadas Com Mapa e Sem Mapa	34
Figura 14- Configuração do Android	35
Figura 15- Visualizar no Google Maps	36
Figura 16- Tela Malha de Amostragem	37
Figura 17- Tela de Gerar Malha - sem mapa	37
Figura 18- Tela de Gerar Malha - com mapa	38
Figura 19- Tela de Gerar Malha - sem mapa / com mapa	39
Figura 20- Tela Ler Malha	39
Figura 21- Tela Calcular a área	40
Figura 22- Tela de projetos	41
Figura 23- Tela de Cadastro do Projeto	41
Figura 24- Tela de Cadastro de Pontos do Projeto	42
Figura 25- Tela de informações do aplicativo	43
Figura 26- Casos de uso do aplicativo MAPAGEO	44
Figura 27- Diagrama de Atividade - Fluxo Principal MAPAGEO	44
Figura 28- Tela Inicial do Aplicativo MapaGeo	45
Figura 29- Tela Sobreposição de Imagens	45
Figura 30- Tela Sobreposição de Imagens - Menu	46
Figura 31- Tela Sobreposição de Imagens - Selecionando MDT	47
Figura 32- Tela Sobreposição de Imagens - Valor	47
Figura 33- MapaGeo - Informações	48
Figura 34- Casos de uso do aplicativo INTERPAP	49
Figura 35- Diagrama de Atividade - Fluxo Principal INTERPAP	49
Figura 36- Tela Inicial do Aplicativo InterPAP	50
Figura 37- Tela Interpolação	50
Figura 38- Tela Interpolação - Configuração	51
Figura 39- Tela Interpolação - Selecionar Banco de Dados	51
Figura 40- Tela InterPAP - Valor da interpolação	52
Figura 41- InterPAP - Informações.....	53
Figura 42- Pontos georeferenciados na UFSM	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Localização dos Marcos da UFSM	55
Tabela 02- Distância dos pontos por coleta, estimadas pelo primeiro aparelho ..	55
Tabela 03- Áreas (ha) estimadas pelo primeiro aparelho.....	56
Tabela 04- Distância dos pontos por coleta, estimadas pelo segundo aparelho .	56
Tabela 05- Áreas (ha) estimadas pelo segundo aparelho	57
Tabela 06- Distância dos pontos por coleta, estimadas pelo terceiro aparelho .	57
Tabela 07- Áreas (ha) estimadas pelo terceiro aparelho	58
Tabela 08- Distância dos pontos por coleta, estimadas pelo quarto aparelho	58
Tabela 09- Áreas (ha) estimados pelo quarto aparelho	59
Tabela 10 Distâncias dos pontos por coleta, estimadas pelo quinto aparelho	59
Tabela 11- Áreas (ha) estimadas pelo quinto aparelho	60
Tabela 12- Distância dos pontos por coleta, estimadas pelo sexto aparelho	60
Tabela 13- Áreas (ha) estimadas pelo sexto aparelho	61
Tabela 14- Médias das distâncias dos pontos por coleta	61
Tabela 15- Médias das Áreas (ha) coletadas	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Agricultura de Precisão
API	<i>Application Programming Interface</i> - Interface de Programação de Aplicativos
DoD	<i>Department of Defense</i> - Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
GeoGif	Imagem Georeferenciada
GeoTXT	Dados Georeferenciados em arquivo texto
GIS	<i>Geographic Information System</i> - Sistema de Informações Geográficas
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i> - Serviço de Rádio de Pacote Geral
GPS	<i>Global Positioning System</i> - Sistema de Posicionamento Global
HA	<i>Hectares</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i> - Ambiente Integrado para Desenvolvimento de Aplicativos
MDT	Modelo Digital de Terreno
NAVSTAR - GPS	<i>Navigation Satellite with Time and Ranging - Global Positioning System</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OHA	<i>Open Handset Alliance</i>
OOP	<i>Object-oriented programming</i> - Programação orientado a objetos
PAP	Projeto de Agricultura de Precisão
PIB	Produto Interno Bruto
SDK	<i>Software Development Kit</i> - Kit de Desenvolvimento de Software
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SO	Sistema Operacional
UML	<i>Unified Modeling Language</i> - Linguagem de Modelagem Unificada
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
WIFI	<i>Wireless Fidelity</i> - Fidelidade sem fio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)	14
2.1.1 Representações Geométricas no SIG.....	15
2.2 Sistema de Posicionamento Global (GPS)	16
2.3 Sistemas de Coordenadas	17
2.3.1 Sistemas de Coordenadas Geográficas	17
2.3.2 Sistemas de Coordenadas UTM	18
2.4 Agricultura de Precisão	19
2.4.1 Vantagens da Agricultura de Precisão	21
2.4.2 Produtos desenvolvidos na Agricultura de Precisão.....	22
2.5 Aplicativo CR Campeiro	22
2.6 Tecnologia Móvel	24
2.6.1 Vantagens dos dispositivos móveis.....	25
2.6.2 Android	26
2.6.3 Plataformas do Android	26
2.7 Linguagem de Modelagem e de Programação	27
2.7.1 UML.....	27
2.7.2 Java.....	28
2.7.3 SDK Android	28
2.7.4 SQLITE	29
2.8 Análise do Erro	29
3 MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1 Projeto CR CAMPEIRO 7 - ANDROID	30
3.2 Desenvolvimento dos softwares	31
3.2.1 Aplicativo GPS MALHA.....	31
3.2.2 Aplicativo MAPAGEO.....	43
3.2.3 Aplicativo INTERPAP	49
3.3 Testes dos aplicativos	53
3.4 Aceitação dos aplicativos	62
4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	64
REFERÊNCIAS.....	66

1 INTRODUÇÃO

O sistema operacional Android tem revolucionado a telefonia e a mobilidade de aplicativos em todas as áreas, inclusive na agricultura, e vem se tornando cada vez mais comum o uso dessa tecnologia avançada na produção de alimentos. A utilização de sistemas de navegação e sistemas de informação geográficas, está se tornando obrigatório para produtores que querem otimizar os lucros e a sustentabilidade e proteção do ambiente.

Segundo Carvalho (2011), as estimativas da FAO e da OCDE mostram que a população brasileira poderá crescer 40% nos próximos 10 anos, a população mundial poderá chegar a 8,3 bilhões de habitantes em 2030. Se considerarmos a área disponível para produção de alimentos e o número de habitantes perceberemos que cada vez mais a área agricultável/habitante irá diminuir. Nesse contexto atual, nos mostra que o aumento da produtividade será fundamental para atender a demanda mundial por alimentos.

A informática disponibilizou sistemas que vieram a auxiliar o homem a melhor interpretar os sinais do solo, assim, o uso destes na agricultura proporciona benefícios e soluções padronizadas sendo simultaneamente, flexíveis. A adoção de padrões conhecidos, principalmente em sistemas moveis, garante a liberdade na expansão e manutenção dos produtos adquiridos, além de ser uma forma de garantir a qualidade da solução adotada. (BOEMO, 2008)

Segundo Lecheta (2010), o mercado de celulares está crescendo cada vez mais. Estudos mostram que hoje em dia mais de 3 bilhões de pessoas possuem um aparelho celular, e isso corresponde aproximadamente, metade da população mundial.

Neste projeto serão apresentados três aplicativos para o sistema operacional Android, que auxiliam a aplicação da Agricultura de Precisão desde a coleta de pontos GPS, contornos de talhões, até a geração de mapas de amostragem, auxiliando a coleta de dados do solo e de pragas, assim como navegação em mapas previamente gerados.

O objetivo geral deste trabalho será desenvolver três aplicativos para auxílio na Agricultura de Precisão, utilizando dispositivos móveis mais populares e acessíveis para os agricultores, sem que os mesmos precisem investir em outros equipamentos, que podem fazer a mesma função.

Seguem abaixo os principais objetivos específicos referentes a cada aplicativo demonstrado neste trabalho:

I - Aplicativo GPS MALHA

- Desenvolver um *software* para coleta de pontos e contornos (trilhas);
- Desenvolver um *software* para geração de malha de amostragem e navegação em cima desta malha;
- Desenvolver um *software* para gerar projetos para Agricultura de Precisão.
- Desenvolver um *software* capaz de se comunicar com o CR Campeiro 7 para processamento posterior;
- Desenvolver um *software* que seja de fácil utilização e compreensão.

II - Aplicativo MAPAGEO

- Desenvolver um *software* para sobreposição de modelos e imagens;
- Desenvolver um *software* que aceite ler MDT, GeoGif e GeoTXT;
- Desenvolver um *software* capaz de se comunicar com o CR Campeiro 7 para processamento anterior e posterior;
- Desenvolver um *software* que seja de fácil utilização e compreensão.

III - Aplicativo INTERPAP

- Desenvolver um *software* para interpolação de dados através de projetos gerados;
- Desenvolver um *software* para navegação dentro de áreas interpoladas, verificando os valores;
- Desenvolver um *software* capaz de se comunicar com o CR Campeiro 7 para processamento posterior;
- Desenvolver um *software* que seja de fácil utilização e compreensão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentado a revisão da literatura sobre os assuntos abordados no desenvolvimento destes *softwares*.

2.1 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

Druck (2004) define o termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) como sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georeferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica.

Segundo Silva (2007), *Geographic Information System* (GIS) trata de uma forma particular de sistemas de informações, aplicados a dados geográficos, que permitem armazenar, analisar, recuperar, manipular e manejar grandes quantidades de dados espaciais, produzindo informações úteis na tomada de decisões.

O SIG nos proporciona a organização dos dados, e a comparação destes ano a ano, resultando em um histórico de dados que à medida que forem acumulados e analisados ao longo do tempo, servirão como uma base de tomada de decisões ao administrador do sistema de produção, gerando o aumento da lucratividade e precisão nas tomadas de decisões (SCHRAMMEL, 2011).

Para Camara (2006), SIG são sistemas que permitem a visualização espacial de variáveis como de população de indivíduos, índices de qualidade de vida ou vendas de empresa numa região através de mapas. Para tanto, basta dispor de um banco de dados e de uma base geográfica (como um mapa de municípios), e o SIG será capaz de apresentar um mapa colorido permitindo a visualização do padrão espacial do fenômeno.

2.1.1 Representações Geométricas no SIG

Segundo Druck (2004), o SIG utiliza as seguintes representações geométricas:

Ponto 2D - par ordenado (x, y) de coordenadas espaciais, visualizado na Figura 01.

Polígonos - conjunto de pares ordenados (x, y) de coordenadas espaciais, de tal forma que o último ponto seja idêntico ao primeiro, formando uma região fechada do plano, demonstrado na Figura 01.

Amostras - consistem de pares ordenados $\{(x, y, z)\}$ nos quais os pares (x, y) indicam as coordenadas geográficas e z indica o valor do fenômeno estudo para esta localização. Usualmente as amostras estão associadas aos levantamentos de campo, conforme Figura 01.

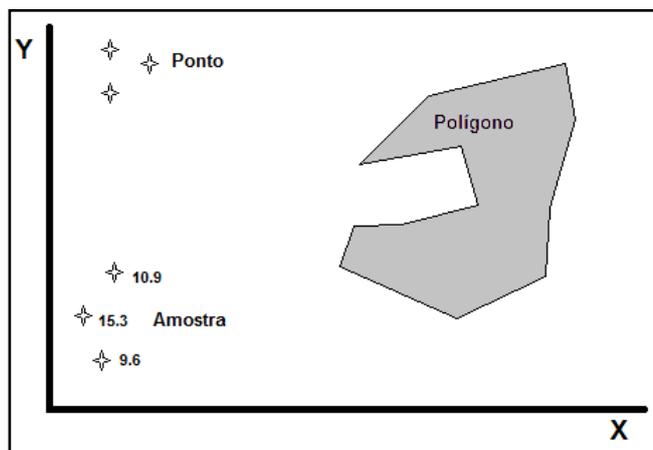


Figura 01 - Ponto 2D, Amostra e Polígono
Fonte: Arquivo do autor.

Grade regular - matriz onde cada elemento está associado a um valor numérico. Esta matriz está associada a uma região da superfície terrestre, a partir de coordenada inicial, normalmente referida ao canto inferior esquerdo da matriz, e de espaçamentos regulares nas direções horizontal e vertical. A Figura 02 mostra uma grade.

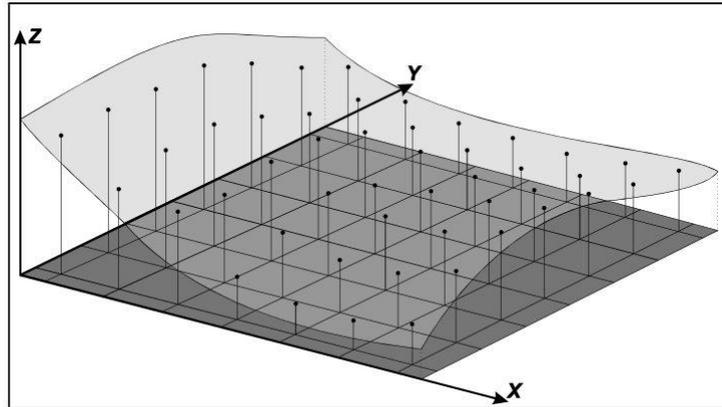


Figura 02 - Representação Geométrica de Grade Regular

Fonte: http://www.geomatica.eng.uerj.br/docentes/araujo/_media/te:aula19.jpeg

Imagem - matriz onde cada elemento está associado a um valor inteiro (usualmente na faixa entre 0 e 255), utilizada para apresentação gráfica de uma grade regular, conforme Figura 03.

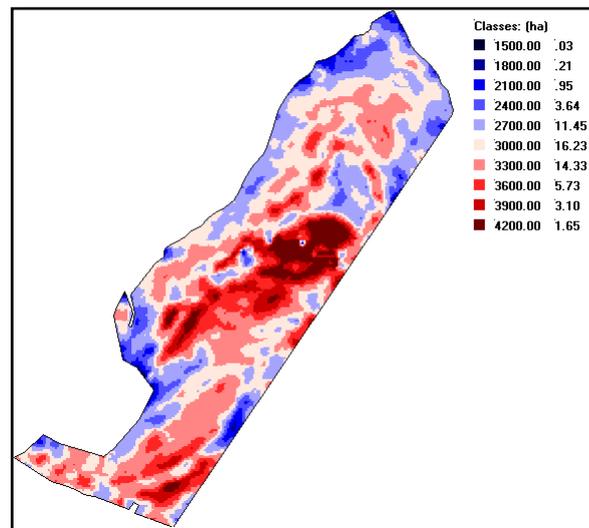


Figura 03 - Representação Geométrica de Imagem

Fonte: Giotto, 2011.

2.2 Sistema de Posicionamento Global (GPS)

Para, Monico (2007), NAVSTAR-GPS ou apenas GPS (*Global Positioning System* - Sistema Global de Posicionamento) é um sistema de radionavegação desenvolvido pelo DoD (*Department of Defense* - Departamento de Defesa dos Estados Unidos), cuja concepção, permite que um usuário, em qualquer local da

superfície terrestre, ou próximo a ela, tenha sempre à sua disposição no mínimo quatro satélites artificiais, para que consiga realizar o posicionamento em tempo real.

O GPS permite aos usuários determinar suas posições em coordenadas cartesianas retangulares X, Y, Z em relação ao centro de massa da Terra (0, 0, 0) e posteriormente convertê-las em coordenadas elipsoidais expressas em latitude, longitude e altura elipsoidal h (SEBEM, 2010).

Conforme Monico (2007 apud STAFFORD, 1996), o GPS tem facilitado todas as atividades que necessitam de posicionamento, fazendo que algumas concepções antigas possam ser colocadas em prática. Exemplo claro é o que vem ocorrendo com o desenvolvimento da agricultura de precisão, um conceito estabelecido por volta de 1929, que só agora tem sido posto em prática, graças à interação de várias geotecnologias, entre elas o GPS.

2.3 Sistemas de Coordenadas

A localização de qualquer ponto na superfície terrestre pode ser definida quando se dispõe de um sistema de coordenadas como referência.

2.3.1 Sistemas de Coordenadas Geográficas

O sistema de coordenadas geográficas constitui-se um sistema eficiente para a localização inequívoca da posição de objetos, fenômenos e acidentes geográficos na superfície terrestre. Neste sistema a Terra é dividida em círculos paralelos ao equador chamados Paralelos e em elipses que passam pelos polos terrestres (perpendiculares aos paralelos) chamadas Meridianos, a Figura 04 mostra esta divisão. Cada ponto da Terra tem um único conjunto de coordenadas geodésicas definidas por Latitude e Longitude (SEBEM, 2010).

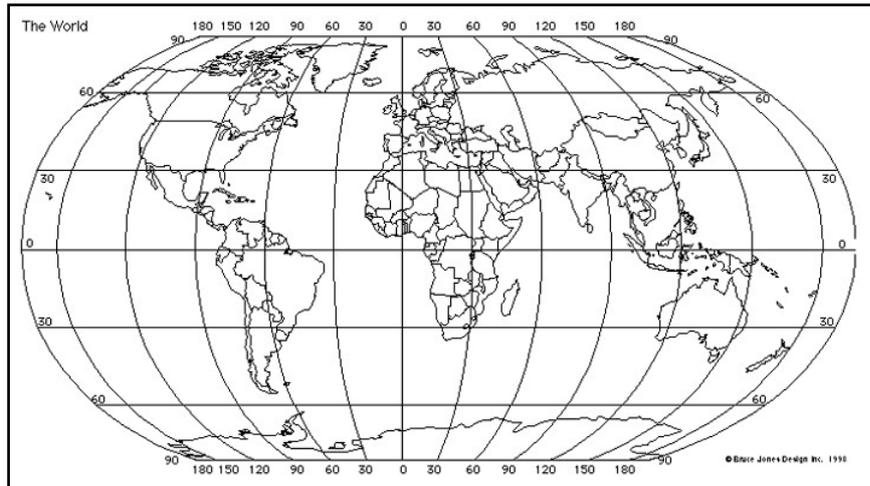


Figura 04 - Sistema de Coordenadas Geográficas

Fonte: <http://geodados.wordpress.com/2010/05/12/coordenadas-geograficas/>

2.3.2 Sistemas de Coordenadas UTM

Conforme Sebem (2010), o sistema de coordenadas Universal Transverso de Mercator (UTM) são 60 fusos para toda a Terra, cada fuso é numerado a partir do antimeridiano de Greenwich para a direita. No Brasil estão os fusos de numeração 18 a 25, com ordem crescente do Acre para o Oceano Atlântico, conforme Figura 05.

As coordenadas adotadas são: N para as coordenadas norte-sul e E para as coordenadas leste-oeste.

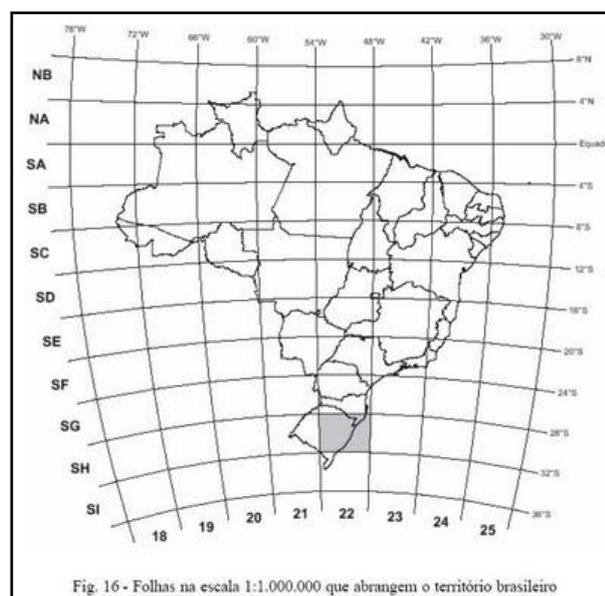


Figura 05 - Folha na escala 1:1.000.000 que abrangem o Brasil.

Fonte: <http://projetotaquariantas.blogspot.com.br/2009/08/modulo-1-coordenadas-utm.html>

2.4 Agricultura de Precisão

Segundo Giotto (2011), a Agricultura de Precisão é uma nova tecnologia de informação que possibilita o manejo da atividade agrícola levando-se em consideração as variações espaciais e temporais do solo e da cultura. Esta nova tecnologia faz uso intenso de Sistema de Posicionamento Global (GPS), Sistemas de Informação Georreferenciadas (SIG) e sensores, permitindo a coleta, tratamento e análise de dados do campo.

Recentemente, com as ferramentas da Agricultura de Precisão (AP) como o Sistema de Posicionamento Global (GPS), mapas de produtividade e de atributos de solo, tornou-se possível integrar, em vários pontos da lavoura, dados de solo e planta para a geração de informações de manejo ou delimitação de zonas com diferentes potenciais de produtividade, reorientando a forma tradicional de se buscar as causas da expressão do potencial produtivo (SANTI, 2007).

Segundo Imanasu (2011), a AP tem como finalidade gerar tecnologias para otimizar a aplicação racional de insumos, para reduzir riscos e degradação ambiental e maximizar o retorno econômico; estudar as causas da variabilidade espacial e temporal das respostas dos sistemas produtivos; desenvolver mecanismos e procedimentos para a construção de sistemas de suporte à tomada de decisão em sistemas produtivos; mensurar a eficiência econômica e identificar indicadores para quantificar os benefícios ambientais resultantes do uso de tecnologias da AP; transferir tecnologias e avaliar o nível de adoção da AP no Brasil.

Naime (2011), mostra que a essência da agricultura de precisão reside na análise da variabilidade espacial dos fatores que influenciam a produção, como solo, água, nutrientes, clima, doenças e outros. Os resultados dessa análise, interpretados sob a óptica de ganhos econômicos e de benefícios ambientais, devem orientar o manejo e a aplicação dos insumos de forma localizada e com doses precisas. Para tanto, são utilizadas diversas tecnologias como o GPS, GIS, sensores, atuadores, processadores embarcados, entre outras.

Segundo Imanasu (2011), a Agricultura de Precisão é um conjunto de tecnologias destinadas ao manejo de solos, culturas e insumos, que visa um melhor

e mais detalhado gerenciamento do sistema de produção agrícola em todas as etapas, desde a semeadura até a colheita, conforme Figura 06.

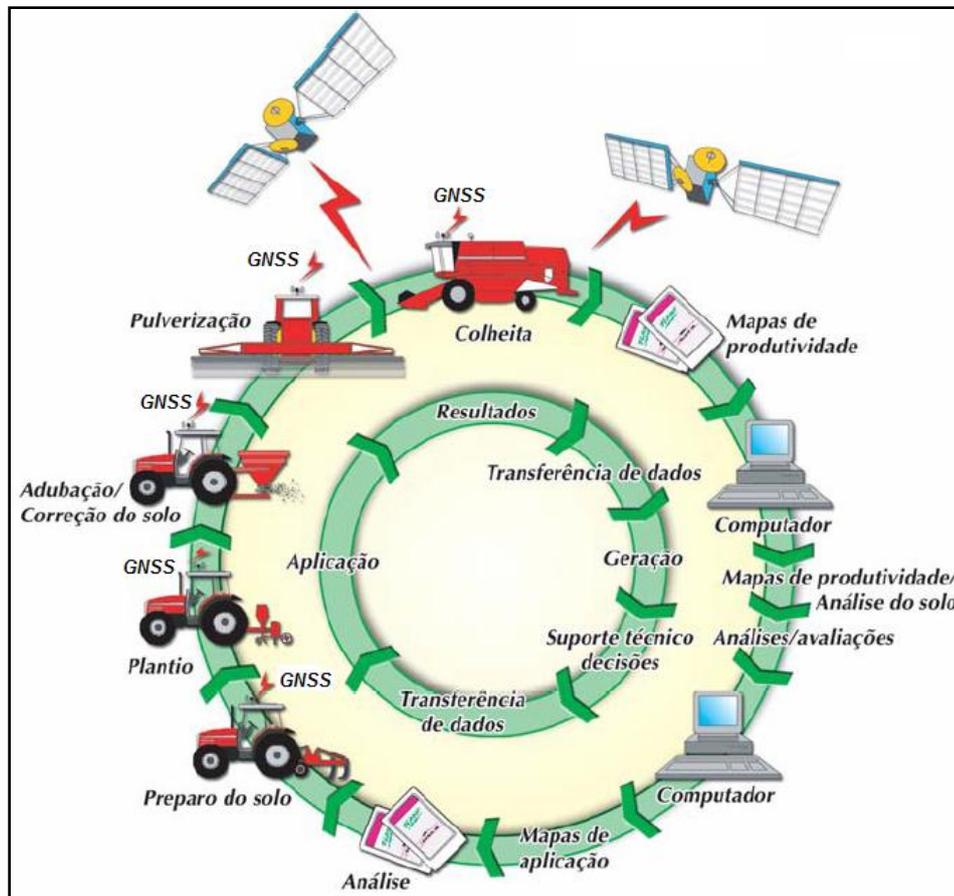


Figura 06 - Ciclo da Agricultura de Precisão
Fonte: <http://agroestiva.agr.br/page22.aspx>

Para Imanasu (2011), atualmente existem resultados práticos e de pesquisa mostrando que a aplicação de insumos a taxa variável, comparada com a aplicação pela maneira tradicional (uniformemente na área) ocorre uma otimização dos volumes necessários utilizando a agricultura de precisão, portanto significativa redução de custos e de desperdícios, com ganhos econômicos e ambientais

Naime (2011), afirma que é comum embarcar-se nas cabines dos tratores e máquinas, terminais eletrônicos ligados a receptores GPS e conectados a uma ampla rede de sensores e atuadores distribuídos no motor, nas rodas e especialmente nos implementos, para a prática da agricultura de precisão

Segundo Schrammel (2011), o uso de ferramentas de SIG e a agricultura de precisão sempre estiveram vinculados a ideia de grandes empreendimentos

agropecuários. Inicialmente o custo das ferramentas e insumos necessários tornava proibitivo seu uso em pequenas propriedades. Com o avanço do conhecimento das técnicas de coleta e organização de dados, e o barateamento das ferramentas de organização (computadores, planilhas eletrônicas, imagens de satélite), além da existência de *softwares* de geoprocessamento e SIG livres e com interface amigável, a barreira para o uso desta técnica também para a pequena propriedade passou a ser possível.

Segundo Carvalho (2011), o agronegócio brasileiro é responsável por 26,4% do PIB nacional, 36% das exportações brasileiras e 39% dos empregos gerados. Neste contexto, o desenvolvimento da AP, o uso de máquinas e equipamentos com tecnologia eletrônica embarcada, adaptados para a agricultura moderna é uma realidade e a demanda passa a ser cada vez maior. Dessa forma, o mercado aponta para a inovação e incorporação tecnológica como uma ferramenta fundamental para a competitividade e resposta à produção crescente de alimentos e energia renovável.

2.4.1 Vantagens da Agricultura de Precisão

Segundo os autores Boemo (2007) e Costa (2011), os principais benefícios gerados por esta tecnologia (ou conjunto de tecnologias que estão associadas ao sistema de agricultura de precisão) são um ou mais de um dos listados a seguir:

- I - obtenção informações detalhadas dos talhões;
- II - redução nos custos pela diminuição no uso de insumos agrícolas, utilizando-os na quantidade correta e apenas nas áreas que precisam de correção;
- III - redução na poluição da água e do ambiente, com a utilização de insumos de forma mais racional e;
- IV - aumento da produtividade agrícola pela aplicação mais eficiente dos insumos.

2.4.2 Produtos desenvolvidos na Agricultura de Precisão

Para Giotto (2011), o emprego de técnicas de AP, retornam os seguintes produtos:

I - estruturação de mapas de aplicação de insumos a taxas variáveis;

II - geração de mapas de colheita e análise da produtividade com fatores de influência e análise de rentabilidade econômica;

III - mapeamento e análise da variabilidade espacial de atributos de solo e plantas (Químicos, Físicos e Biológicos);

2.5 Aplicativo CR Campeiro

O Projeto de Ciência Rural CR Campeiro, é um projeto de extensão rural do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria e possui os seguintes objetivos:

- Informatização de produtores rurais no que tange à disponibilidade de sistemas aplicativos de gestão agropecuária através de cursos de treinamento e de capacitação;

- Informatização de técnicos que atuam em planejamento, consultoria e assistência no meio rural, com sistemas relativos às suas áreas de formação profissional;

- Disponibilidade de instrumentos de gestão informatizada, em sistema cooperativo, para empresas de fomento, integração agropecuária, cooperativas e agroindústrias;

- Disponibilidade de sistemas técnicos e gerenciais de aplicação no agronegócio, para professores e alunos de cursos de formação profissional e afins a área rural.

O Projeto CR Campeiro estrutura-se sobre um sistema computacional integrado, com diversas ferramentas de gestão e de análises técnicas, que irão auxiliar o aluno, o professor, o produtor rural, o profissional e a empresa no alcance de seus objetivos. A tela inicial do sistema CR Campeiro, que hoje se encontra na versão 7.22 está destacada na Figura 07.



Figura 07 - Tela Inicial do CR Campeiro

Fonte: Arquivo do autor.

Entre suas funções operacionais destacam-se as seguintes:

Administração Rural - Esta parte do sistema destina-se ao controle administrativo e financeiro da propriedade rural, dentre vários tópicos destaca-se o Fluxo de Caixa e Controle de Maquinários.

Agricultura Familiar - Neste módulo são gerenciados as atividades desenvolvidas nas pequenas propriedades rurais, assim como planejamento e monitoramento de atividades.

Agricultura de Precisão - Este módulo trata dos procedimentos que envolvem geotecnologias aplicadas no manejo de cultura agrícola, dos quais os softwares apresentados neste trabalho estão incorporados.

Avicultura de Corte - Nesta parte, o sistema é utilizado para o controle técnico de criação de aves de corte.

Bovinocultura de Corte - Nesta parte do sistema são utilizados orientações para controle técnico de gado de corte.

Bovinocultura de Leite - Neste módulo são focados atividades pertinentes a bovinocultura de leite, desde seu manejo até o controle de produção.

Gestão Técnica de Lavouras - Utilizado para controle das atividades agrícolas, desde a implantação da lavoura, o seu monitoramento até a colheita no talhão.

Geoprocessamento - GPS - Esta parte do Sistema CR Campeiro compõe um SIG completo, que está incorporado no sistema, desde coleta de dados, espacialização de mapas como modelagem 3D.

Nutrição Animal - Módulo para o cálculo das necessidades nutricionais do animal.

Silvicultura - Módulo para o controle do inventário florestal de florestas plantadas.

Sistema de Tecnologia Móvel - Neste módulo, o sistema é composto de vários aplicativos móveis, dentre eles o Geoagrícola para smartphones com sistema operacional Windows CE, para o monitor de colheita Topper 4500 da Stara e os novos aplicativos para o sistema operacional Android, incluindo os apresentados neste trabalho.

Suinocultura - O foco desta parte do sistema trata do controle completo do rebanho suínos.

Topografia - Módulo completo para topógrafos, desde o processamento dos levantamentos topográficos plani-altimétricos até o georreferenciamento de imóveis rurais.

2.6 Tecnologia Móvel

Com o grande avanço tecnológico, os profissionais da agricultura não podem mais ficar dentro de escritórios, e devem acompanhar a tecnologia e trabalhar com dispositivos portáteis no meio do campo.

Segundo Lee (2005), mobilidade pode ser definida como a capacidade de poder se deslocar ou ser deslocado facilmente. No contexto da computação móvel,

mobilidade se refere ao uso pelas pessoas de dispositivos móveis portáteis funcionalmente poderosos que ofereçam a capacidade de realizar facilmente um conjunto de funções de aplicação, sendo também capazes de conectar-se, obter dados e fornecê-los a outros usuários.

Segundo Schaefer (2004), do ponto de vista empresarial, os dispositivos móveis são ótimos geradores de informação, podendo ser utilizados desde a automação do processo, até nas coletas de informações estratégicas, visto a suas dimensões reduzidas.

2.6.1 Vantagens dos dispositivos móveis

O mercado corporativo também está crescendo muito, e diversas empresas estão buscando incorporar aplicações móveis a seu dia-a-dia para agilizar seus negócios e integrar as aplicações móveis com seus sistemas *back-end*. Empresas obviamente visam lucro, e os celulares e *smartphones* podem ocupar um importante espaço em um mundo onde a palavra "mobilidade" está cada vez mais conhecida (LECHETA, 2010).

Segundo Lee (2005), existem quatro principais vantagens dos dispositivos móveis:

Portabilidade: capacidade de ser facilmente transportado;

Usabilidade: deve ser utilizável por diferentes tipos de pessoas;

Funcionalidade: servem a múltiplos propósitos e

Conectividade: permitem conectar as pessoas e/ou sistemas e transmitir e receber informações.

2.6.2 Android

O Android é um sistema operacional da *Open Handset Alliance* (OHA), grupo formado por gigantes do mercado de telefonia de celulares liderados pelo Google. Entre alguns integrantes do grupo estão alguns nomes consagrados como a Samsung, HTC, Motorola, LG, Sony Ericsson, Toshiba, Intel, Garmin.

Segundo Lecheta (2010), o Android consiste numa nova plataforma de desenvolvimento para aplicativos móveis como *smartphones* e contém um sistema operacional baseado em Linux, uma interface visual rica, GPS, diversas aplicações já instaladas e ainda um ambiente de desenvolvimento bastante poderoso, inovador e flexível.

Uma das principais funcionalidades do Android esta na integração com o Google Maps e a possibilidade de desenvolver aplicações que utilizam GPS nativamente do sistema operacional.

2.6.3 Plataformas do Android

Desde o seu lançamento no ano de 2008, o Android vem atualizando sua versões e com elas surgem novas funcionalidades destinadas a *smartphones* e *tablets*. Existem vários celulares Android no mercado, sendo possível que cada um deles tenha uma versão diferente do sistema operacional. No Android, uma versão do sistema operacional é conhecida como plataforma.

Segundo o site Android Developers, abaixo estão relacionadas as plataformas do Android e seus nomes:

Versão 1.0 - Sem nome - 2008

Versão 1.1 - Sem nome - Fevereiro/2009

Versão 1.5 - "*Cupcake*" - Abril/2009

Versão 1.6 - "*Donut*" - Setembro/2009

Versão 2.0 / 2.1 - "*Eclair*" - Janeiro/2010

Versão 2.2 - "*FroYo*" - Maio/2010

Versão 2.3/2.4 - "*Gingerbread*" - Dezembro/2010

Versão 3.0/3.2 - "*Honeycomb*" - Janeiro/2011

Versão 4.0 - "*Ice Cream Sandwich*" - Outubro/2011

Versão 4.1/4.2 "*Jelly Bean*" - Junho/2012

2.7 Linguagem de Modelagem e de Programação

Neste tópico será apresentado as linguagens e os programas que foram utilizados para modelar e desenvolver os *softwares*.

2.7.1 UML

A *Unified Modeling Language* (UML) trata-se de uma linguagem de modelagem, portanto, é somente parte do método para desenvolvimento de *software*. A UML é independente do processo, apesar de ser perfeitamente utilizada em processo orientado a casos de usos, centrado na arquitetura, iterativo e incremental (BOOCH, 2006).

Medeiros (2004), afirma que a UML não indica como se deve desenvolver um programa, apenas apresenta as formas que podem ser utilizadas para representá-lo, facilitando assim o seu desenvolvimento e entendimento.

Para Sommerville (2007), os requisitos de um sistema são descrições dos serviços fornecidos pelo programa e as suas restrições. Eles demonstram as reais necessidades, para resolver algum problema. Os processos de descobrir, analisar, documentar e verificar esses serviços e restrições são chamados de engenharia de requisitos.

UML é formada por diversos diagramas, os quais facilitam a compreensão do sistema que você está desenvolvendo. Dentre vários diagramas, serão apresentados dois que foram utilizados neste trabalho.

Um diagrama de caso de uso mostra um conjunto de casos de uso e atores (um tipo especial de classe) e seus relacionamentos. Aplica-se esses diagramas para ilustrar a visão estática do caso de uso de um sistemas. Os diagramas de caso

de uso são importantes principalmente para a organização e modelagem dos comportamentos de um sistema (BOOCH, 2006).

Segundo Booch (2006), os diagramas de atividades são empregados para fazer a modelagem de aspectos dinâmicos do sistema. Na maior parte, isso envolve a modelagem das etapas sequenciais de um processo computacional.

2.7.2 Java

Java consiste numa linguagem de programação orientada a objetos, independente de plataforma, projetada para ser mais fácil de aprender do que C++.

A Programação Orientada a Objetos (OOP), é uma metodologia de desenvolvimento de *software* em que um programa é percebido como um grupo de objetos que trabalham juntos. Os objetos são criados como modelos, chamados classes, e contêm dados e as instruções necessárias para usar esses dados. A programação Java é completamente orientada a objetos (LEMAY, 1999).

Neutralidade da plataforma é a capacidade de um programa executar sem modificações em diferentes ambientes de computação. Os programas Java são compilados para um formato chamado *bytecode*, que é executado por qualquer sistema operacional, *software* ou dispositivo com um interpretador Java (LEMAY, 1999).

2.7.3 SDK Android

Segundo Lecheta (2010), o Android SDK é o *software* utilizado para desenvolver aplicações no Android, que apresenta um emulador para simular o celular, ferramentas utilitárias e uma interface de programação de aplicativos (API) completa para a linguagem Java, com todas as classes necessárias para desenvolver as aplicações.

2.7.4 SQLITE

Segundo Vogell (2011) SQLite é um banco de dados Open Source, que é incorporado em Android. SQLite suporta recursos de banco de dados relacionais padrão, como sintaxe SQL, transações e instruções preparadas. Além disso, requer apenas um pouco de memória em tempo de execução (cerca de 250 Kbytes).

Uma coisa bem importante é que o SQLite está disponível no sistema operacional Android, sem necessitar de qualquer configuração.

Segundo Gonçalves (2011), na prática, o SQLite funciona como um “mini-SGBD”, capaz de criar um arquivo em disco e ler e escrever diretamente sobre este arquivo. O arquivo criado possui a extensão “.db” e é capaz de manter diversas tabelas.

2.8 Análise do Erro

Segundo Jordan (1957), com o desenvolvimento da Ciência da Mensuração, tornou-se imprescindível uma padronização dos levantamentos topográficos, bem como uma definição da tolerância do erro aceitável em função das áreas neste levantamentos. Esta uniformização da tolerância aceitável (t) é apresentada pela seguinte expressão:

$$t = 0,30 \cdot \sqrt{S} + 0,00060 \cdot S$$

onde:

t - erro máximo tolerável, em área;

S - área total.

sendo $S = 46,39\text{ha} = 463.900\text{m}^2$

$$t = 0,30 \cdot \sqrt{463900} + 0,00060 \cdot 463900 = \mathbf{482,67 \text{ m}^2}$$

então, temos uma área aceitável entre $463.417,33\text{m}^2$ e $464.382,67\text{m}^2$.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo será demonstrado todo o projeto, o desenvolvimento e os testes realizados nos *softwares*.

3.1 Projeto CR CAMPEIRO 7 - ANDROID

Este projeto surgiu com a necessidade de diversificar e popularizar a Agricultura de Precisão, ampliando a compatibilidade do sistema CR Campeiro 7, disponibilizando-o, gratuitamente para o sistema operacional Android.

Alguns usuários do sistema Campeiro estavam sugerindo uma versão do aplicativo para outros sistemas diferentes do padrão Microsoft Windows®. Com isto, abria-se um enorme leque de oportunidades. Porém a popularidade e evolução do sistema operacional Android, nos motivou a converter a aplicação móvel do CR Campeiro 7 móvel para o novo sistema.

Após conhecer o sistema Android e constatar a sua grande compatibilidade para aplicações que utilizem GPS, começou o estudo sobre a viabilidade do projeto. Para isto, foi verificado as principais necessidades de campo, para isto foi verificado com os usuários do Campeiro onde se constatou as seguintes necessidades:

- Localização GPS;
- Armazenar coordenadas geográficas, sejam elas em pontos ou linhas de contorno;
- Gerar e armazenar malhas de coletas de amostras;
- Navegar dentro da malha gerada para coleta dos pontos e distribuição precisa de fertilizantes e sementes.

A Figura 08 mostra o diagrama de caso de uso mostrando as principais funcionalidades projetadas para os aplicativos, as quais serão separadas e demonstradas no decorrer deste capítulo.

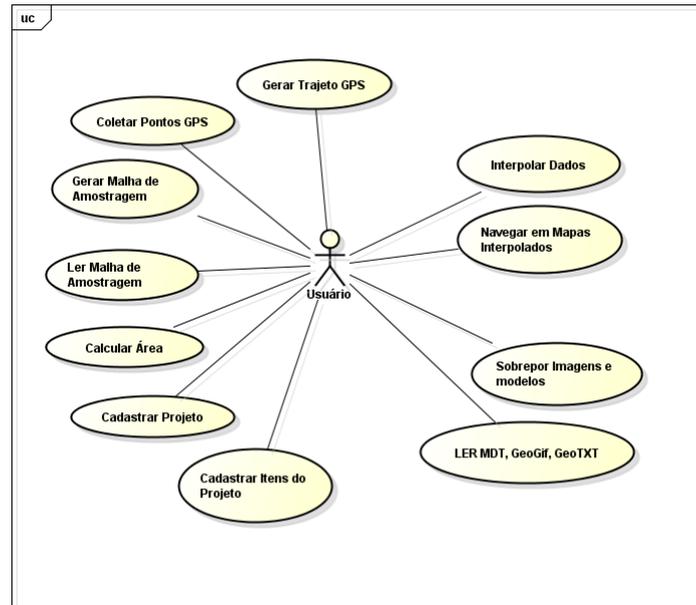


Figura 08 - Casos de uso das funcionalidades
Fonte: Arquivo do Autor.

3.2 Desenvolvimento dos *softwares*

Estando definidas as funcionalidades dos *softwares*, pode-se projetar a estrutura de cada aplicativo. Para desenvolvimento dos programas foram usados a ferramenta Eclipse na linguagem Java, utilizando o SDK do Android, a qual possui licença livre para desenvolvedores.

Outro recurso muito importante, é o banco de dados que é utilizando para armazenamento e troca de informações. Para suprir esta necessidade será utilizado o banco de dados SQLite que é compacto e muito operacional.

Baseando-se no CR Campeiro Móvel, foram desenvolvidos três ferramentas práticas e de fácil utilização, com os itens uteis para quem está no campo.

3.2.1 Aplicativo GPS MALHA

Este aplicativo possui as funcionalidades básicas de um GPS de mão, porém com vários recursos de Agricultura de Precisão. Ou seja, ele é capaz de coletar pontos e contornos (trajetos) GPS e gerar malha de amostragem da área após

coletada o contorno, assim como estimar a área do talhão ou auxiliar na coleta de dados para projetos de AP.

A Figura 09 mostra o diagrama de caso de uso específico deste aplicativo, onde pode verificar suas funcionalidades.

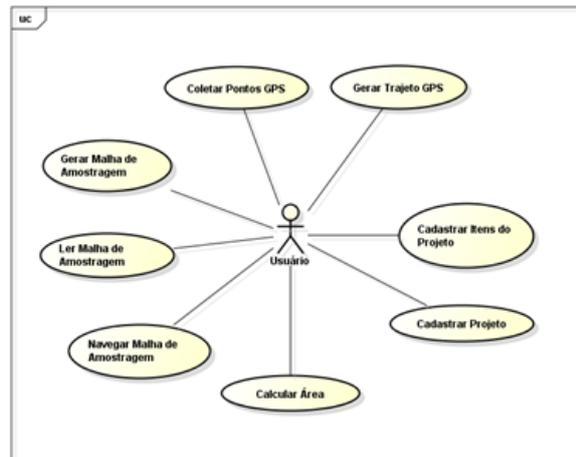


Figura 09 - Casos de uso do aplicativo GPS MALHA
Fonte: Arquivo do Autor.

A Figura 10 demonstra o diagrama de atividade do aplicativo, mostrando o fluxo de controle de uma atividade para outra.

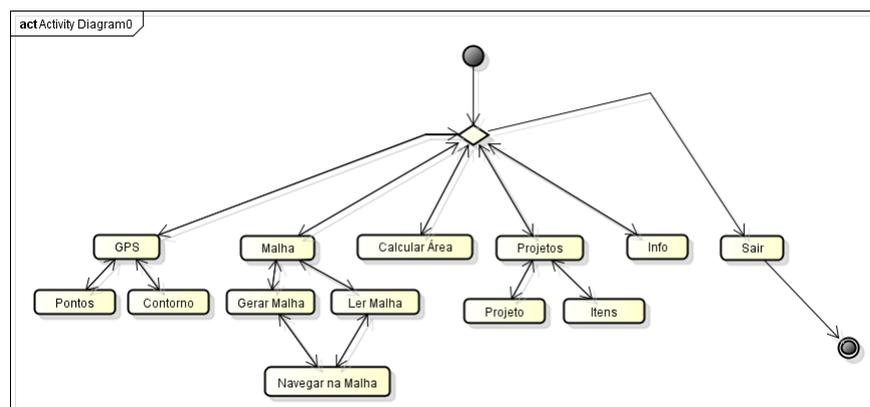


Figura 10 - Diagrama de Atividade - Fluxo Principal
Fonte: Arquivo do autor.

A Figura 11 demonstra a tela inicial do programa, o qual possui seis botões. O primeiro, com a descrição "Sistema GPS", utilizado para coletar pontos e gerar trajetos, o segundo botão, com a descrição "Malha de Amostragem", para gerar malhas de amostra, o terceiro botão "Calcular Área" serve para calcular e mostrar a área conforme arquivo ou dados já coletados, o quarto botão "Cadastro" tem como

finalidade cadastrar um projeto de AP e vincular amostras ao projeto, o penúltimo botão "Info" mostra as informações dos elaboradores do aplicativo e o ultimo botão como o próprio nome diz, serve para sair da aplicação.



Figura 11 - Tela Inicial do Software
Fonte: Arquivo do autor.

Ao clicar no primeiro botão, "Sistema GPS", o aplicativo verifica se o aparelho está ligado a algum tipo de comunicação de dados, seja ele via WIFI ou GPRS, caso algum deles esteja disponível e ativado aparecerá a tela de confirmação para utilizar em cima do Google Maps, ou seja, utilizando WIFI ou GPRS, carrega o mapa de fundo, atualizado direto pela Google ou pode-se optar por utilizar o fundo branco, sem nenhuma transferência de dados GPRS ou WIFI. A Figura 12, "Complementar ação usando", demonstra a tela onde é feita esta seleção.



Figura 12 - Completar ação usando
Fonte: Arquivo do autor.

Conforme a opção selecionada será mostrado uma das imagens, conforme Figura 13, "Coordenadas com mapa e sem mapa", onde é possível ver coordenadas UTM, marcar pontos e manipular trajetos.

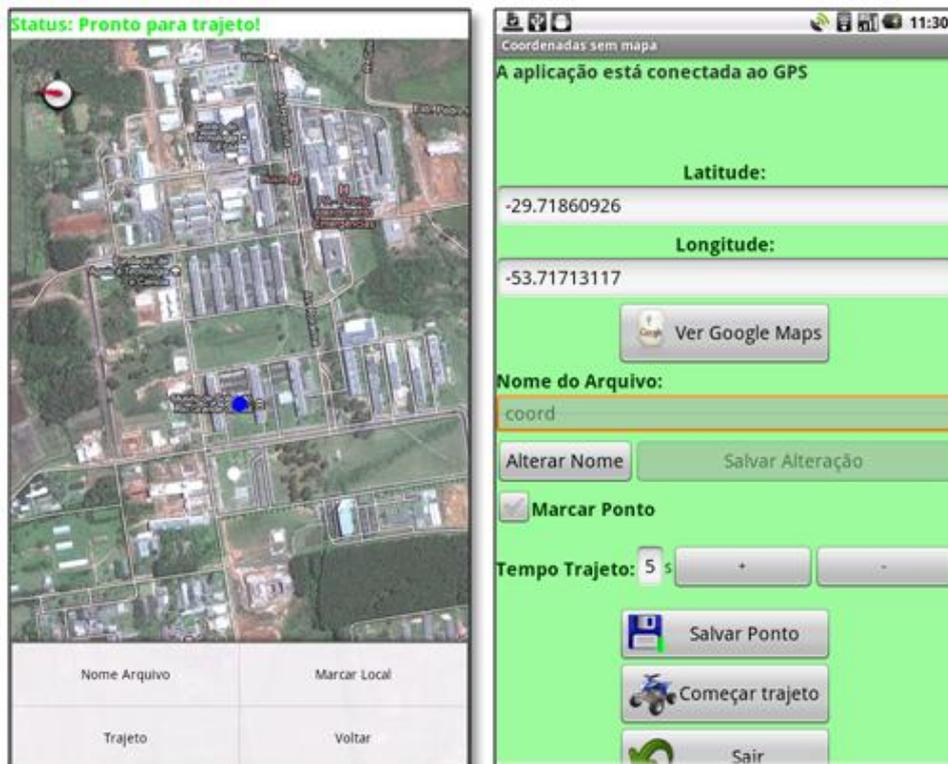


Figura 13 - Coordenadas Com Mapa e Sem Mapa
Fonte: Arquivo do autor.

Ao acessar o primeiro botão "Sistema GPS" e estiver com o GPS desligado, o sistema ativa um botão com a descrição "Ativar GPS", onde o mesmo, quando clicado irá nos mostrar a tela de "Configuração do Android", para ser ligado o GPS, conforme Figura 14.



Figura 14 - Configuração do Android

Fonte: Arquivo do autor.

Na aplicação conectada ao GPS, irá aparecer o mapa com o ponto GPS, assinalado no caso da tela com mapa, ou irão aparecer as coordenadas UTM do ponto localizado pelo aparelho. A partir deste ponto, pode-se alterar o nome do arquivo onde serão salvo os dados, clicando no menu "Nome Arquivo" na tela com mapa, ou clicando no botão "Alterar Nome" na tela sem mapa. Após alterado o nome, pode-se ir clicando no menu "Marcar Local" para salvar o ponto GPS no arquivo renomeado, na tela com mapa, ou clicar no botão "Salvar Ponto" na tela sem mapa.

Para coletar pontos automaticamente durante um trajeto, acesse o menu "Trajeto", que irá abrir uma tela perguntando de quanto em quanto tempo é para salvar os pontos, isto na tela com mapa, para salvar automaticamente na tela sem mapa, basta configurar o "Tempo Trajeto" e clicar no botão "Começar trajeto". Iniciado o trajeto, pode-se sair da aplicação que a mesma continua coletando os dados, colocando um ícone na janela de eventos do Android, onde poderá ser acessado o aplicativo por ali.

Em ambas telas, existe a opção voltar ou sair, dependendo da tela, que faz o aplicativo voltar para a tela inicial do sistema.

Na tela sem mapa, ainda existe a possibilidade de verificar as coordenadas em cima do mapa, para isto, basta clicar no botão "Ver Google Maps", onde irá abrir

a tela visualizar no Google Maps, conforme Figura 15, com as coordenadas e a possibilidade de inserir um nome para o ponto através do campo "Local" e salvá-lo no arquivo já renomeado anteriormente.

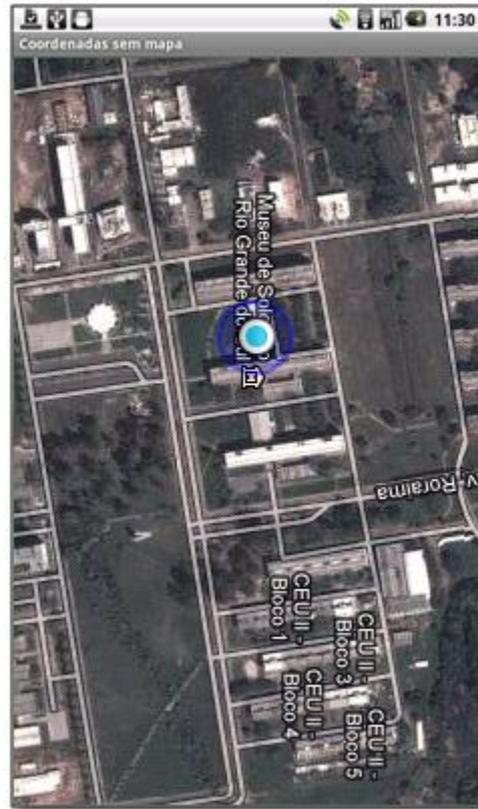


Figura 15 - Visualizar no Google Maps
Fonte: Arquivo do autor.

O segundo botão da Tela Inicial do aplicativo é o botão "Malha de Amostragem", onde ao clicar nele irá mostrar a tela "Malha de Amostragem" com três botões, o "Gerar Malha", "Ler Malha" e o botão "Voltar", conforme Figura 16.

O botão "Gerar Malha" abre uma tela onde deve ser selecionado o arquivo gerado ao coletar os pontos do contorno. Após o arquivo selecionado, deve-se informar a área da quadricula a ser gerada, e clicar no botão "Calcular" para que seja gerada a malha.

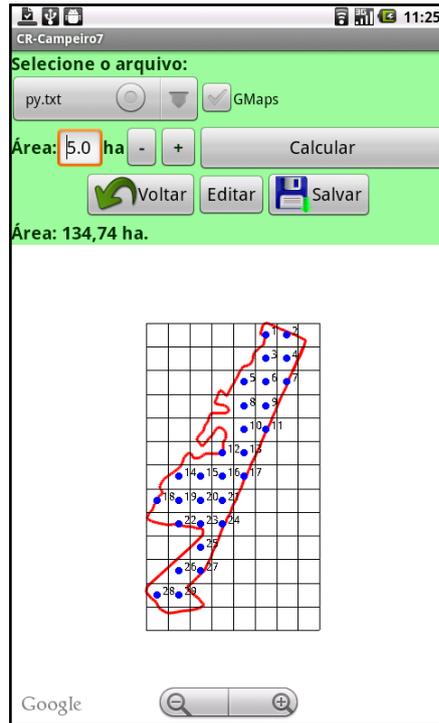


Figura 16 - Tela Malha de Amostragem
Fonte: Arquivo do autor.

A Figura 17 demonstra uma área de 134,74ha, com uma grade de 5ha, sobre o qual gerou-se 29 pontos para coleta de amostras.

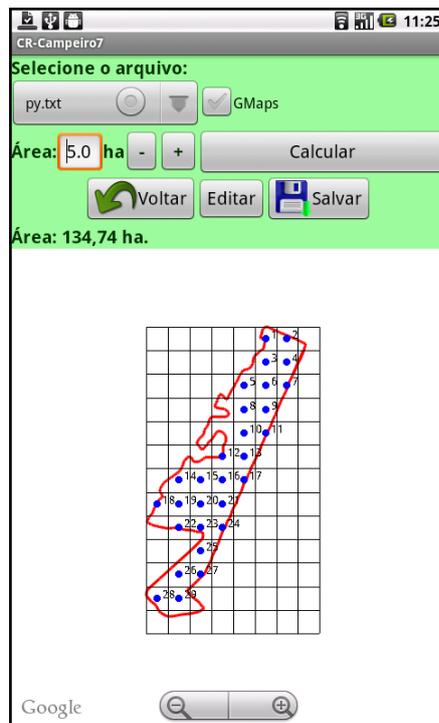


Figura 17 - Tela de Gerar Malha - sem mapa
Fonte: Arquivo do autor.

Ainda na tela Gerar Malha, existem quatro outros botões, o primeiro, "GMaps", o qual abre o mapa da Google de fundo da área, em vez do fundo branco, conforme Figura 18. O segundo, é o botão "Salvar", o qual salva a malha gerada, a qual pode ser utilizada na tela "Ler Malha" ou no CR Campeiro 7 Desktop.

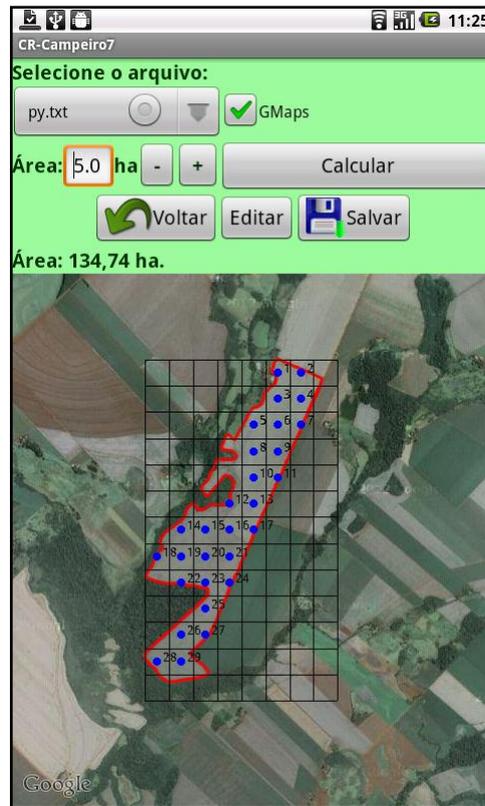


Figura 18 - Tela de Gerar Malha - com mapa
Fonte: Arquivo do autor.

O terceiro botão na tela gerar malha é o de "Editar", o qual abre uma tela com o intuito de adicionar ou remover pontos na malha de amostragem, conforme Figura 19. Para facilitar o manuseio dos pontos aconselha-se utilizar o zoom, o qual aparece ao clicar uma vez na tela. Para adicionar um ponto na malha, basta clicar no botão "Adic." uma única vez e clicar na malha nos locais aonde deseja-se adicionar os pontos, e clicar novamente para desmarcar a opção "Adic.". Para remover pontos, basta executar o mesmo procedimento de adicionar pontos, selecione o botão "Rem" e em vez de clicar em locais em branco, clique nos pontos que deseja remover. Após alterado os pontos, clique em "Salvar" para salvar a nova malha ou clique em "Canc." para cancelar a edição da malha.

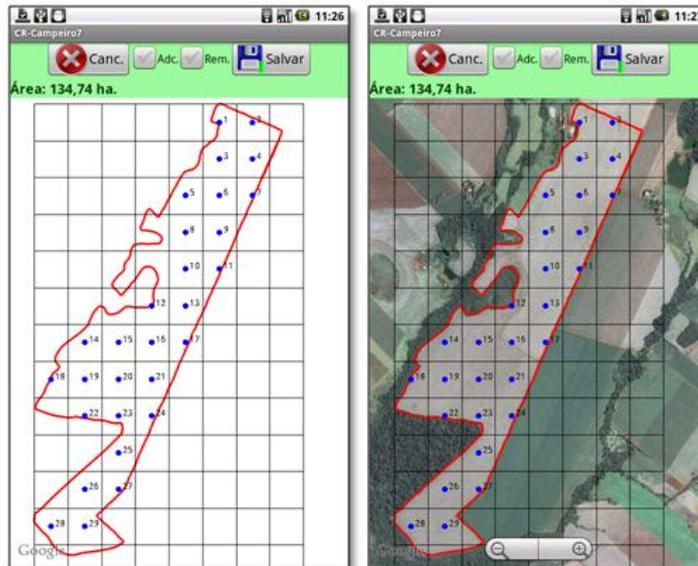


Figura 19 - Tela de Gerar Malha - sem mapa / com mapa
Fonte: Arquivo do autor.

O botão "Voltar" da tela "Gerar Malha" volta a aplicação para a tela "Malha de Amostragem", conforme Figura 16, onde possui também o botão "Ler Malha", que permite abrir a malha salva anteriormente e navegar dentro dela, conforme Figura 20. Nesta tela é possível selecionar o ponto onde deseja-se alcançar e a aplicação mostra qual sentido e distância a ser percorrida. Para sair desta tela, basta clicar no botão "Voltar".



Figura 20 - Tela Ler Malha
Fonte: Arquivo do autor.

Na tela "Malha de Amostragem" ainda possui o botão "Voltar" o qual retorna a aplicação para a tela inicial do sistema.

Já na tela inicial do aplicativo, o terceiro botão, "Calcular Área", tem a utilidade de mostrar apenas o contorno do arquivo, calculando a área. Possui a visualização com o fundo em branco ou com o Google Maps de fundo, para isto basta selecionar o botão "GMaps" do sistema. Para calcular a área basta clicar no botão calcular e para retornar ao menu principal do sistema, basta clicar no botão Voltar. A Figura 21 demonstra a tela Calcular Área, citada neste parágrafo.

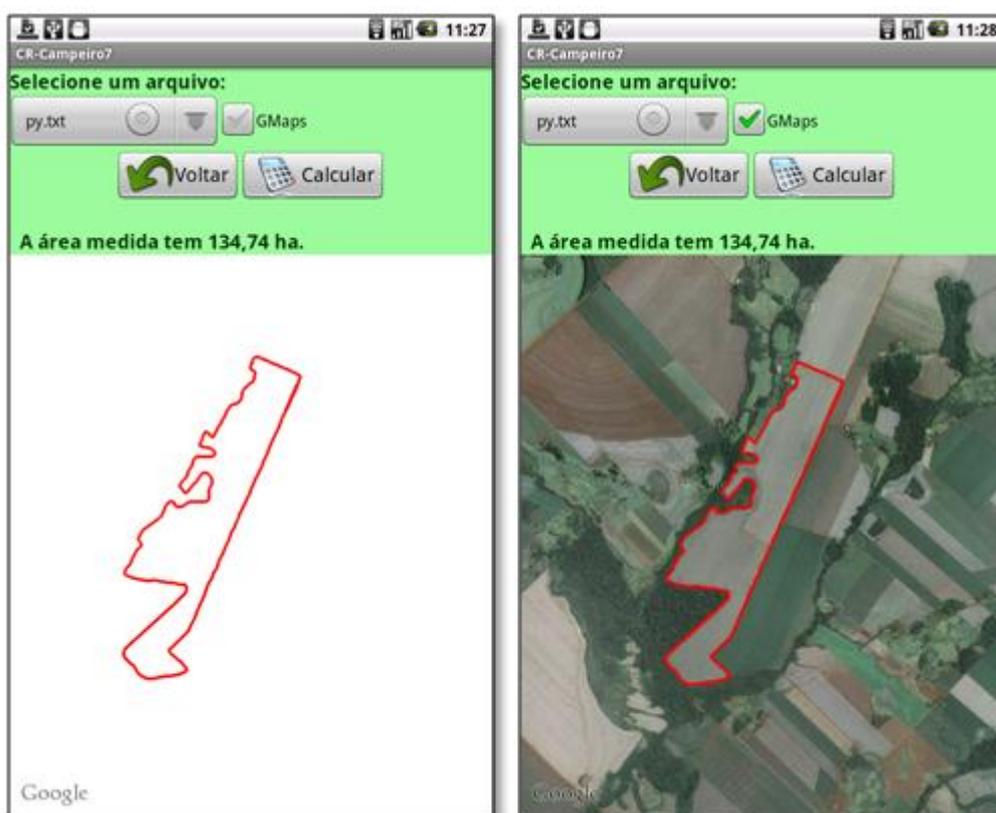


Figura 21 - Tela Calcular a área
Fonte: Arquivo do autor.

O quarto botão da tela inicial, "Cadastro", tem a finalidade de cadastrar projetos multifinalitários, como por exemplo, Projetos de Agricultura de Precisão.

Primeiramente irá abrir um menu, com três botões, "Cadastrar Projeto", Salvar Ponto" e "Voltar", conforme Figura 22.



Figura 22 - Tela de projetos
Fonte: Arquivo do autor.

O botão "Cadastrar Projeto", abre a tela onde é possível cadastrar dados sobre o projeto, como Código, Nome, Local e Tipo, conforme mostrado na Figura 23.

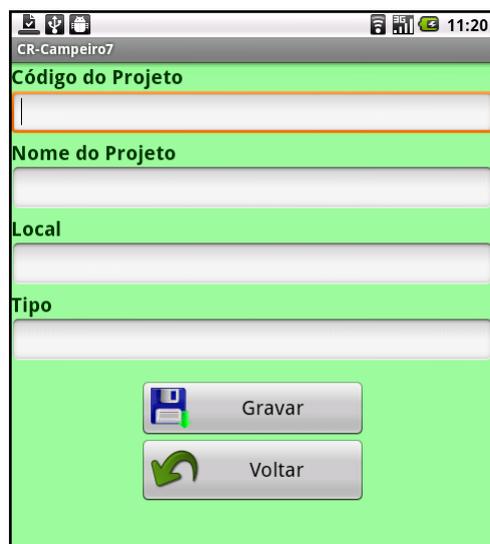


Figura 23 - Tela de Cadastro do Projeto
Fonte: Arquivo do autor.

Após cadastrado o projeto, pode-se inserir pontos de análise, conforme Figura 24, onde se consegue dar nome ao ponto, pegar as coordenadas do mesmo e dar um valor quantitativo e qualitativo.

CR-Campeiro7 11:21

Nome do Ponto

Projeto

Latitude

Longitude

Altitude

Valor Qualitativo

Ruim

Bom

Muito Bom

Ótimo

Valor Quantitativo

- 1 +

GPS está desligado! É necessário ligá-lo!

Figura 24 - Tela de Cadastro de Pontos do Projeto
Fonte: Arquivo do autor.

A penúltima opção da tela inicial é o botão "Info", onde mostra as informações sobre a equipe que elaborou o *software*, conforme Figura 25.

A última opção da tela inicial é o botão "Sair", o qual tem a finalidade de encerrar a aplicação.



Figura 25 - Tela de informações do aplicativo
Fonte: Arquivo do autor.

3.2.2 Aplicativo MAPAGEO

Este aplicativo possui as funcionalidades de visualização de modelos digitais do terreno, seja ele em MDT, GeoTXT ou GeoGif. Ou seja, ele é capaz de auxiliar na visualização e tomada de decisão do profissional da agricultura de precisão.

A Figura 26 mostra o diagrama de caso de uso específico deste aplicativo, onde pode verificar suas funcionalidades. Logo após, a Figura 27 demonstra o diagrama de atividade do aplicativo.

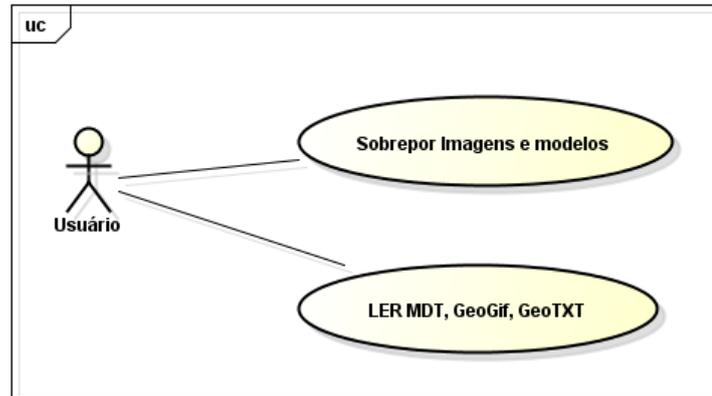


Figura 26 - Casos de uso do aplicativo MAPAGEO
Fonte: Arquivo do Autor.

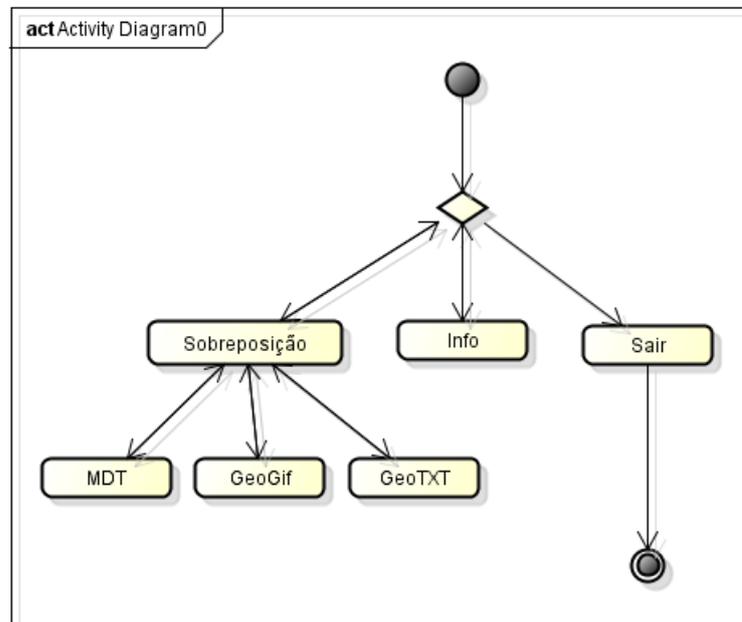


Figura 27 - Diagrama de Atividade - Fluxo Principal MAPAGEO
Fonte: Arquivo do autor.

Este segundo aplicativo é utilizado para a análise e tomada de decisão, sendo é possível navegar sobre as imagens georeferenciadas e visualizar os dados numéricos correspondentes ao ponto selecionado ou a localização GPS atual, seja ele atributo da variável de solo ou planta.

Na tela inicial do sistema MapaGeo, conforme Figura 28, apresenta três botões, o primeiro denominado "Sobreposição de Modelos e Imagens", o segundo "Info" e o último "Sair".



Figura 28 - Tela Inicial do Aplicativo MapaGeo
Fonte: Arquivo do Autor.

Ao clicar no primeiro botão da tela inicial, abrirá uma tela com o fundo branco ou com o mapa da Google, caso estiver conectado em alguma rede de transferência de dados, conforme Figura 29.



Figura 29 - Tela Sobreposição de Imagens
Fonte: Arquivo do Autor.

A Figura 30, mostra a tela Sobreposição de Imagens com o menu ativo, mostrando as cinco opções do menu. Inicialmente deve-se selecionar o modelo digital do terreno, através do botão "Abrir MDT" o qual abre uma tela para selecionar o MDT, conforme Figura 31. Logo após deve-se selecionar a imagem georeferenciada, através do botão "Abrir GeoGif".

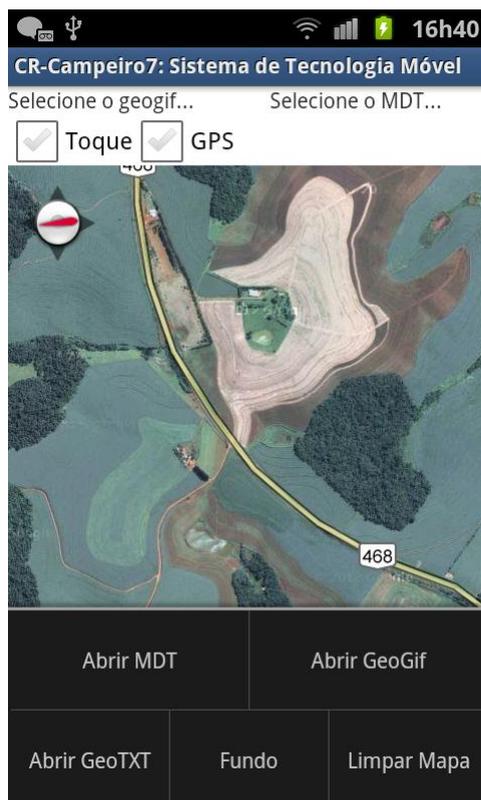


Figura 30 - Tela Sobreposição de Imagens - Menu
Fonte: Arquivo do Autor.

Após selecionado o MDT contendo os dados do terreno, e a imagem GeoGif da área desejada, o aplicativo informa o nome dos arquivos selecionados na parte superior da tela. Também fica disponível a visualização do mapa, podendo ser utilizado uma das duas caixas de seleção da parte superior do sistema, onde ao acionar o item "Toque", o sistema fica aguardando toques em cima do mapa, a cada toque será mostrado na parte superior o valor correspondente do ponto tocado na tela. Caso selecione o item GPS, ao navegar sobre da área com o dispositivo, ele automaticamente irá demonstrar o valor do ponto em que está coletando via GPS.



Figura 31 - Tela Sobreposição de Imagens - Selecionando MDT
Fonte: Arquivo do Autor.

A Figura 32, mostra a valor de um ponto em cima da área, neste exemplo estava se analisando a composição de fósforo no solo.

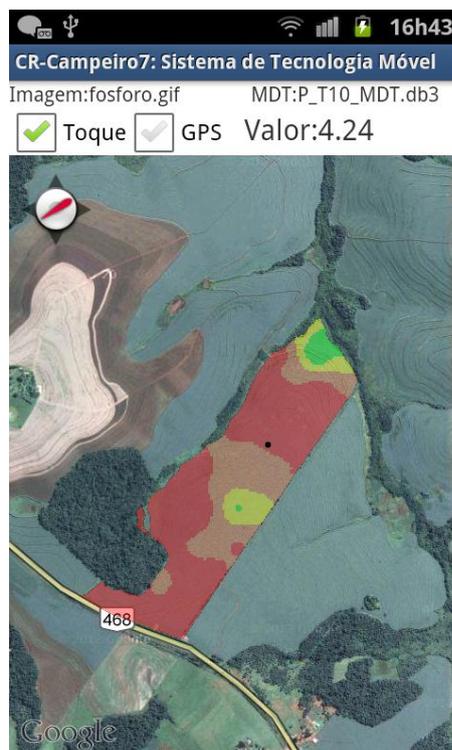


Figura 32 - Tela Sobreposição de Imagens - Valor
Fonte: Arquivo do Autor.

Ainda no menu da tela de sobreposição de Imagens, existe a possibilidade de abrir sobre o mapa um arquivo GeoTXT, contendo os dados da coleta ou contorno do talhão, para isto basta selecionar o botão "Abrir GeoTXT" do menu. O botão "Fundo" serve para alternar em fundo branco ou fundo com mapa do Google. O botão "Limpar Mapa" serve para fechar todos os arquivos e limpar o mapa.

No aplicativo MapaGeo ainda existem mais dois botões na tela principal, o primeiro com a descrição "Info", onde retorna uma tela com as informações sobre a equipe que desenvolveu o sistema, conforme Figura 33. E o segundo botão com a descrição "Sair" que serve para finalizar a aplicação.

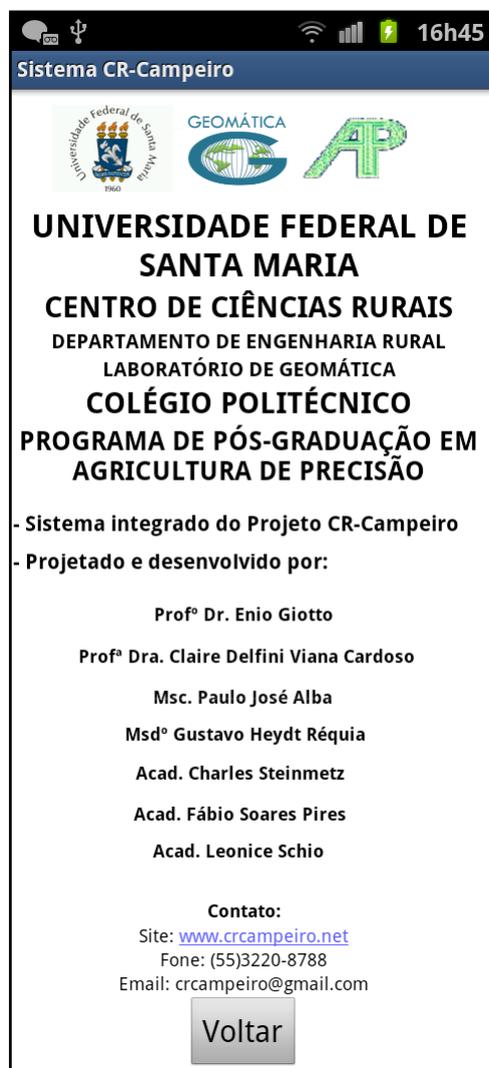


Figura 33 - MapaGeo - Informações
Fonte: Arquivo do Autor.

3.2.3 Aplicativo INTERPAP

Este aplicativo possui as funcionalidades de interpolação de dados, para obter valores de variáveis de solo e planta, seja através de toque na tela ou por pontos GPS. A interpolação dos dados é realizada pelo inverso do quadrado da distância sendo ainda que o usuário pode limitar a dimensão do raio de busca dos pontos próximos.

Este aplicativo trabalha com Projetos de Agricultura de Precisão (PAP) criados pelo CR Campeiro 7 Desktop, ou pelo aplicativo C7 GPS Malha apresentado anteriormente no tópico 3.2.1 deste trabalho.

A Figura 34 mostra o diagrama de caso de uso específico deste aplicativo, onde pode verificar suas funcionalidades. Logo após tem a Figura 35 demonstrando o diagrama de atividade do aplicativo.

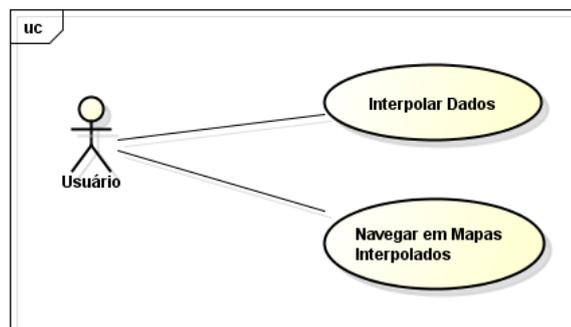


Figura 34 - Casos de uso do aplicativo INTERPAP
Fonte: Arquivo do Autor.

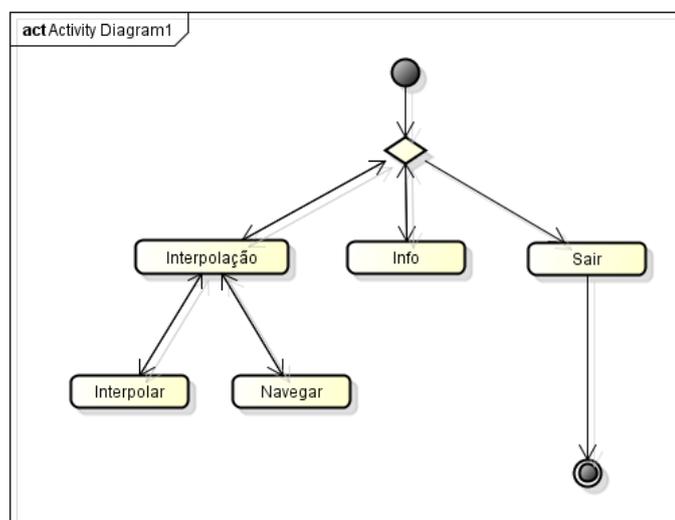


Figura 35 - Diagrama de Atividade - Fluxo Principal INTERPAP
Fonte: Arquivo do autor.

A Figura 36 mostra a tela inicial do aplicativo InterPAP, que apresenta três botões "Interpolação", "Info" e "Sair". Ao clicar no botão Interpolação, abre-se a tela de interpolação conforme Figura 37.



Figura 36 - Tela Inicial do Aplicativo InterPAP
Fonte: Arquivo do Autor.

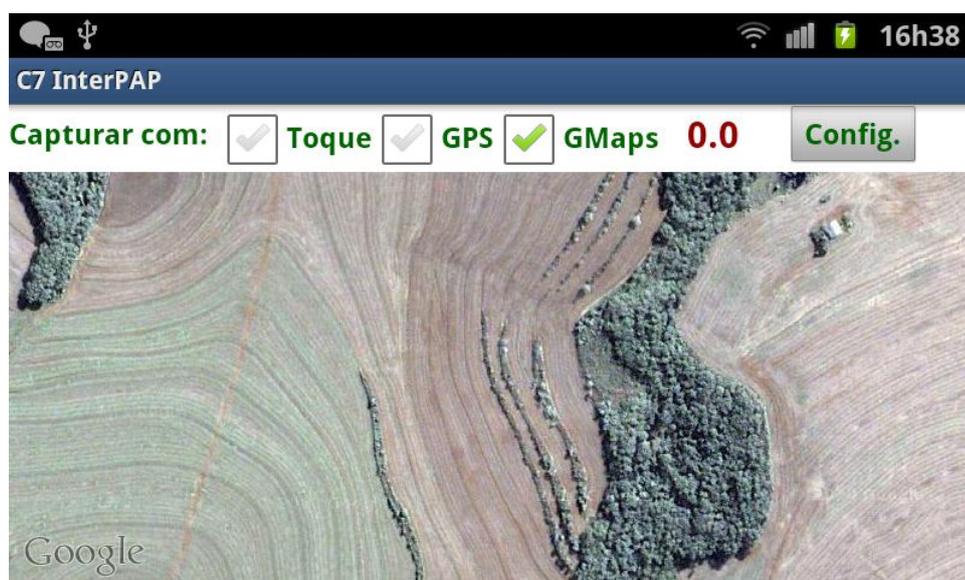


Figura 37 - Tela Interpolação
Fonte: Arquivo do Autor.

Na tela Interpolação é necessário configurar alguns campos para poder fazer a interpolação. Para acessar a tela de configuração deve-se clicar no botão "Config" da tela interpolação. A tela de configurações é demonstrada na Figura 38, a qual possui três campos e três botões.



Figura 38 - Tela Interpolação - Configuração
Fonte: Arquivo do Autor.

O primeiro campo é o de Banco de Dados, através deste campo deve ser selecionado, conforme Figura 39, o banco de dados com os dados sobre o projeto. O segundo campo é o projeto, onde deve ser selecionado o projeto que será trabalho. o último campo é o raio, onde deverá informar o tamanho de abrangência do raio que será utilizado para calcular a interpolação, ao lado do campo existem dois botões que podem ser utilizados para aumentar ou reduzir o tamanho do raio.

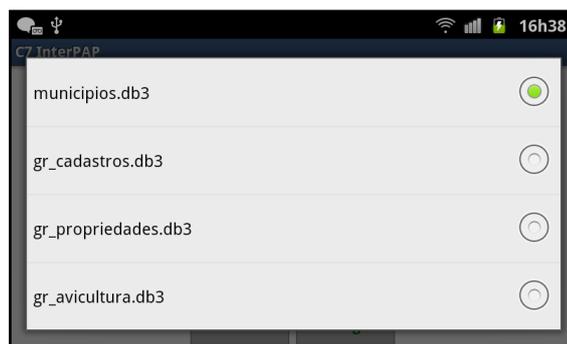


Figura 39 - Tela Interpolação - Selecionar Banco de Dados
Fonte: Arquivo do Autor.

O primeiro botão da tela de configuração da interpolação é o "Mostrar Pontos" que serve para mostrar os pontos do projeto no mapa. O segundo botão com a descrição "Voltar" serve para voltar para a tela de interpolação, sem fazer nenhuma

alteração e por último o botão "Carregar" que efetua os calculos da interpolação, atualiza o mapa e volta para a tela de interpolação.

Após calculado a interpolação, pode-se obter os dados da interpolação através de duas formas. A primeira forma é através do toque na tela, em cima do ponto que se deseja saber, para isto, o campo "toque" deve estar selecionado. A segunda forma é através do GPS do dispositivo, que enquanto vai navegando em cima da área, ele vai mostrando o valor da interpolação, para isto deve estar selecionado a opção "GPS". A Figura 40, mostra um projeto, onde foi interpolado, e clicado em cima da tela, em um determinado ponto. Este ponto, foi marcado e mostrado o valor (43,449), descrito dentro do mapa e na parte superior.

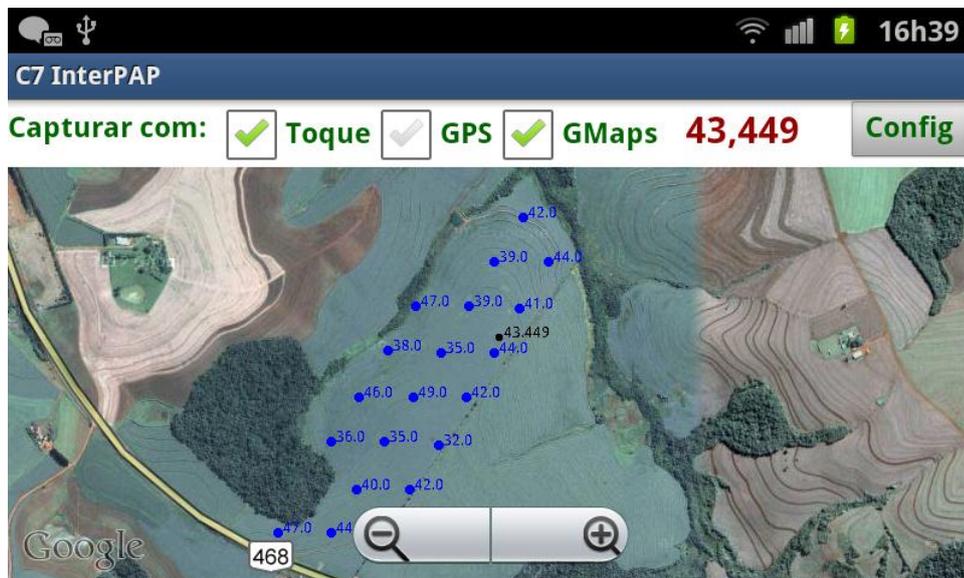


Figura 40 - Tela InterPAP - Valor da interpolação
Fonte: Arquivo do Autor.

Ao clicar no botão "Voltar", o aplicativo irá para a tela inicial, aonde possui mais dois botões, o "Info", que ao clicar abre uma tela com as informações dos elaboradores do sistema, conforme Figura 41. E o botão "Sair", que irá finalizar o aplicativo.

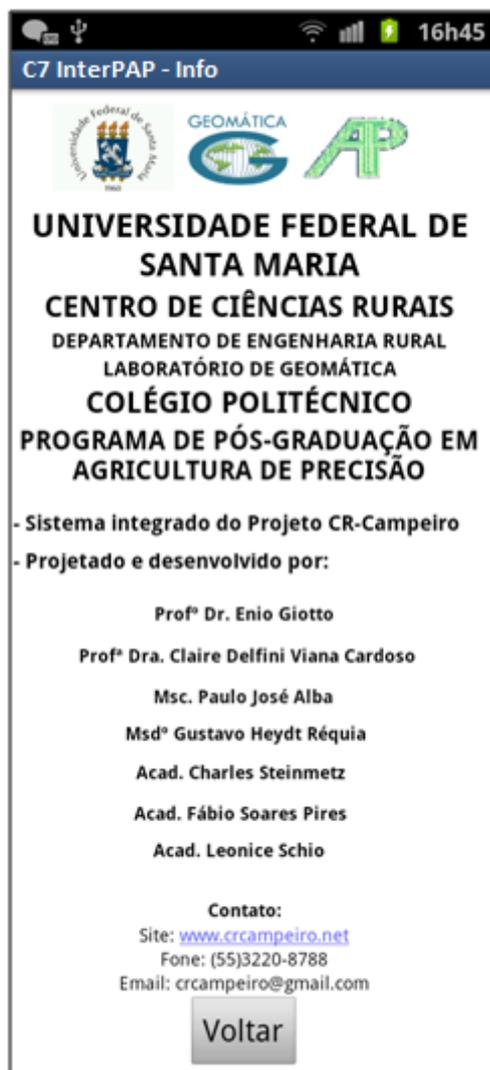


Figura 41 - Tela InterPAP - Informações
Fonte: Arquivo do Autor

3.3 Testes dos aplicativos

Todo o processo de desenvolvimento dos três aplicativos foram desenvolvidos testes em laboratório e em campo real. Nestes testes foram utilizados alunos de graduação do curso de Engenharia Florestal, colaboradores do laboratório de Geomática e pós-graduandos do curso de Agricultura de Precisão.

O aplicativo GPS Malha pode ser utilizado em qualquer dispositivo que possua GPS e sistema operacional Android, com isto, surgiu a dúvida da real necessidade de testar-se a eficiência dos dispositivos. Para verificar a realidade dos

dispositivos, realizou-se uma série de coleta de dados, no espaço do campus da Universidade Federal de Santa Maria, área localizada na Zona UTM 51.

Para esta coleta, foram utilizados seis aparelhos *smartphones* com sistema operacional Android em cinco amostras em uma área plana, georeferenciada, de 46,39ha, sendo que cada amostra possuía 12 marcos georeferenciados, alguns com obstáculos outros em campos abertos, que serviram como pontos de coleta e comparação.

Para a realização desta pesquisa, no dia 26 de junho de 2012, percorreu-se o mesmo contorno da área, por cinco vezes, nos seguintes horários: 08:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00. Em cada volta, foram coletados 12 pontos chaves, conforme Figura 42, para comparação entre os pontos coletados pelo receptor com os marcos georeferenciados da UFSM, os cujas coordenadas, foram coletadas no site <<http://www.politecnico.ufsm.br/geomatica/utm.pdf>> e estão relatadas na Tabela 1.

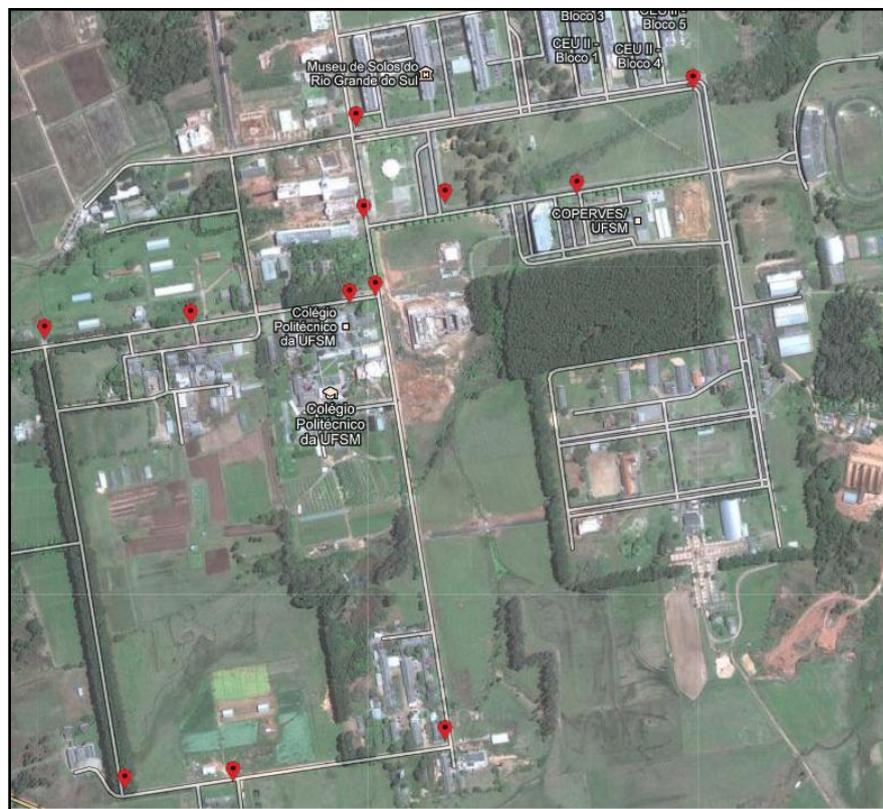


Figura 42 - Pontos georeferenciados na UFSM
Fonte: Arquivo do autor.

Tabela 1 - Localização dos Marcos da UFSM

Marco	Localização	Coordenada N	Coordenada E
M007	Esquina da CEU da pós-grad.	6709280.234	237625.657
M030	Próximo a Reitoria	6709104.240	237442.120
M037	Próximo ao Planetário	6709084.602	237231.007
M029	Esquina do Politécnico	6708932.020	237123.548
M020	Esquina do Hospital Veterinário	6708218.755	237252.060
M021	Entrada para o Tambo	6708147.792	236913.771
M024	Entrada para Usina de Laticínios	6708130.751	236738.008
M025	Frente da Olericultura	6708849.811	236592.953
M027	Frente da Fitotecnia	6708880.960	236826.842
M036	Frente do Colégio Politécnico	6708921.760	237080.565
M014	Frente do CCSH	6709054.202	237099.074
M006	Esquina do Prédio 44	6709206.156	237083.656

Fonte: <http://www.politecnico.ufsm.br/geomatica/utm.pdf>.

O primeiro aparelho foi um *smartphone*, Galaxy PRO - GT-B7510B da Samsung e apresentou uma variação de 0,12m a 10,18m de erro dos pontos analisados, o qual gerou uma média de 2,82m de erro no cálculo de distância entre os pontos.

A Tabela 2 mostra a distância de cada ponto. Este modelo ainda gerou uma média absoluta de 0,430% de erro, chegando a um erro de quase de 2000m² a mais da área coletada.

Tabela 2 - Distâncias dos pontos por coleta, estimadas pelo primeiro aparelho

Pontos / Horário	Dist. 08h	Dist. 10h	Dist. 12h	Dist. 14h	Dist. 16h	Médias (m)
M007	2,78	2,58	2,36	3,37	4,07	3,03
M030	4,41	3,53	0,67	0,12	1,46	2,04
M037	3,60	3,98	3,44	2,74	2,28	3,21
M029	3,70	3,68	3,31	1,16	2,05	2,78
M020	3,16	3,07	2,69	2,06	1,69	2,53
M021	0,89	1,95	0,18	1,16	0,18	0,87
M024	3,72	10,18	1,81	1,52	6,40	4,73
M025	1,98	4,99	1,36	0,63	5,04	2,80
M027	3,18	1,99	3,41	1,07	6,90	3,31
M036	0,67	1,85	3,98	1,52	4,59	2,52
M014	2,83	2,90	0,32	2,49	4,27	2,56
M006	5,00	2,72	1,65	3,48	4,68	3,51
Médias	2,99	3,62	2,10	1,78	3,63	2,82

Fonte: Arquivo do autor.

A Tabela 3 demonstra os dados de cada coleta do primeiro aparelho, com a área total, a porcentagem de erro e análise baseada no cálculo do erro aceitável de JORDAN.

Tabela 3 - Áreas (ha) estimadas pelo primeiro aparelho

Coleta (hs)	Área	%	Jordan
1ª Coleta - 08h	46,43	+ 0,086	Aceitável
2ª Coleta - 10h	46,18	- 0,452	Inaceitável
3ª Coleta - 12h	46,63	+ 0,517	Inaceitável
4ª Coleta - 14h	46,59	+ 0,431	Inaceitável
5ª Coleta - 16h	46,08	- 0,668	Inaceitável
Média	46,38	0,430	Aceitável

Fonte: Arquivo do autor.

O segundo aparelho foi um *smartphone*, SII - GT-S5830B da Samsung, e teve uma variação de 0,36m a 26,85m de erro dos pontos analisados, o qual gerou uma média de 6,48m de erro no cálculo de distância entre os pontos. A Tabela 4 mostra a distância de cada ponto. Este modelo ainda gerou uma média de 0,856% de erro, chegando a um erro de quase de 4000m² a mais da área coletada.

Tabela 4 - Distâncias dos pontos por coleta, estimadas pelo segundo aparelho

Pontos / Horário	Dist. 08h	Dist. 10h	Dist. 12h	Dist. 14h	Dist. 16h	Médias (m)
M007	26,85	20,73	1,64	15,02	10,76	15,00
M030	1,16	3,95	3,28	4,39	4,62	3,48
M037	6,29	14,17	3,16	3,51	0,36	5,50
M029	6,61	9,90	0,58	2,08	0,64	3,96
M020	9,96	6,59	6,86	4,62	2,47	6,10
M021	5,52	5,34	8,49	3,15	8,58	6,22
M024	1,41	5,61	4,95	4,97	4,01	4,19
M025	2,57	4,81	6,88	1,09	7,77	4,63
M027	25,29	14,49	1,38	6,03	3,46	10,13
M036	5,91	5,73	3,25	7,65	3,94	5,30
M014	4,72	18,67	4,46	4,75	2,99	7,12
M006	3,79	4,03	2,89	14,97	4,75	6,08
Médias	8,34	9,50	3,99	6,02	4,53	6,48

Fonte: Arquivo do autor.

A Tabela 5 demonstra os dados de cada coleta do segundo aparelho, com a área total, a porcentagem de erro e análise baseada no cálculo do erro aceitável de JORDAN.

Tabela 5 - Áreas (ha) estimadas pelo segundo aparelho

Coleta (hs)	Área	%	Jordan
1ª Coleta - 08h	47,23	+ 1,180	Inaceitável
2ª Coleta - 10h	46,79	+ 0,862	Inaceitável
3ª Coleta - 12h	46,28	- 0,237	Inaceitável
4ª Coleta - 14h	47,28	+ 1,918	Inaceitável
5ª Coleta - 16h	46,43	+ 0,086	Aceitável
Média	46,80	0,856	Inaceitável

Fonte: Arquivo do autor.

O terceiro a aparelho foi um *tablet*, o V9 da ZTE, e teve uma variação de 0,47m a 6,52m de erro dos pontos analisados, o qual gerou uma média de 2,79m de erro no calculo de distância entre os pontos. A Tabela 6 mostra a distância de cada ponto. Este modelo ainda gerou uma média de 0,422% de erro, chegando a um erro de quase de 2000m² a mais da área coletada.

Tabela 6 - Distâncias dos pontos por coleta, estimadas pelo terceiro aparelho

Pontos / Horário	Dist. 08h	Dist. 10h	Dist. 12h	Dist. 14h	Dist. 16h	Médias (m)
M007	4,30	3,04	2,42	0,88	4,28	2,98
M030	7,32	2,71	1,11	1,79	4,10	3,41
M037	1,38	2,82	2,55	4,65	2,40	2,76
M029	1,66	1,29	1,03	4,04	1,49	1,90
M020	2,40	5,28	1,07	3,05	3,04	2,97
M021	0,95	0,95	0,80	1,43	2,08	1,24
M024	6,52	4,44	4,48	4,54	3,85	4,77
M025	1,29	3,01	0,75	0,47	3,77	1,86
M027	5,96	4,08	2,13	2,87	2,58	3,52
M036	2,76	1,16	1,64	2,19	6,23	2,79
M014	4,57	3,30	1,78	0,66	3,19	2,70
M006	1,21	3,19	2,50	0,51	5,47	2,57
Médias	3,36	2,94	1,85	2,26	1,68	2,79

Fonte: Arquivo do autor.

A Tabela 7 demonstra os dados de cada coleta do terceiro aparelho, com a área total, a porcentagem de erro e análise baseada no calculo do erro aceitável de JORDAN.

Tabela 7 - Áreas (ha) estimadas pelo terceiro aparelho

Coleta (hs)	Área	%	Jordan
1ª Coleta - 08h	46,50	+ 0,237	Inaceitável
2ª Coleta - 10h	46,17	- 0,474	Inaceitável
3ª Coleta - 12h	46,26	- 0,280	Inaceitável
4ª Coleta - 14h	46,90	+ 1,099	Inaceitável
5ª Coleta - 16h	46,40	+ 0,021	Aceitável
Média	46,45	0,422	Inaceitável

Fonte: Arquivo do autor.

O quarto aparelho foi um *tablet*, IDEOS S7-202u da HUAWEI teve uma variação de 0,28m a 9,21m de erro dos pontos analisados, o qual gerou uma média de 2,75m de erro no calculo de distância entre os pontos. A Tabela 8 mostra a distância de cada ponto. Este modelo ainda gerou uma média de 0,521% de erro, chegando a um erro de quase de 2500m² a mais da área coletada.

Tabela 8 - Distâncias dos pontos por coleta, estimadas pelo quarto aparelho.

Pontos / Horário	Dist. 08h	Dist. 10h	Dist. 12h	Dist. 14h	Dist. 16h	Médias (m)
M007	1,80	5,25	4,76	0,52	1,75	2,81
M030	2,10	4,32	3,48	0,34	1,26	2,30
M037	2,64	3,63	6,31	1,47	0,74	2,96
M029	0,84	6,28	2,49	2,65	2,89	3,03
M020	1,93	4,44	1,91	4,72	2,29	3,06
M021	0,28	1,25	0,71	3,14	0,86	1,25
M024	9,21	1,92	3,44	4,42	4,82	4,76
M025	5,41	2,61	3,33	1,11	6,12	3,72
M027	2,46	4,32	2,44	4,22	0,92	2,87
M036	1,16	2,42	3,19	3,17	0,90	2,17
M014	0,47	0,47	3,98	0,57	2,86	1,67
M006	1,54	2,04	3,69	1,45	3,45	2,43
Médias	2,49	3,25	3,31	2,31	2,40	2,75

Fonte: Arquivo do autor.

A Tabela 9 demonstra os dados de cada coleta do quarto aparelho, com a área total, a porcentagem de erro e análise baseada no calculo do erro aceitável de JORDAN.

Tabela 9 - Áreas (ha) estimadas pelo quarto aparelho

Coleta (hs)	Área	%	Jordan
1ª Coleta - 08h	46,72	+ 0,711	Inaceitável
2ª Coleta - 10h	46,72	+ 0,711	Inaceitável
3ª Coleta - 12h	46,27	- 0,258	Inaceitável
4ª Coleta - 14h	46,09	- 0,646	Inaceitável
5ª Coleta - 16h	46,26	- 0,280	Inaceitável
Média	46,41	0,521	Aceitável

Fonte: Arquivo do autor.

O quinto aparelho foi um *smartphone*, Galaxy Y - GT-S5360B da Samsung teve uma variação de 0,55m a 13,41m de erro dos pontos analisados, o qual gerou uma média de 3,68m de erro no calculo de distância entre os pontos. A Tabela 10 mostra a distância de cada ponto. Este modelo ainda gerou uma média de 0,301% de erro, chegando a um erro de quase de 1400m² a mais da área coletada.

Tabela 10 - Distâncias dos pontos por coleta, estimadas pelo quinto aparelho

Pontos / Horário	Dist. 08h	Dist. 10h	Dist. 12h	Dist. 14h	Dist. 16h	Médias (m)
M007	1,13	0,64	1,47	2,59	1,34	1,43
M030	0,96	5,64	5,04	3,52	3,48	3,73
M037	0,66	1,97	7,99	7,02	0,55	3,64
M029	9,23	2,36	2,46	2,45	1,33	3,57
M020	2,19	5,84	2,15	3,70	5,18	3,81
M021	3,89	1,32	0,60	2,95	2,45	2,24
M024	4,02	2,92	9,07	4,16	13,41	6,71
M025	2,17	0,84	2,48	3,55	1,86	2,18
M027	7,02	7,18	1,36	2,45	5,13	4,63
M036	4,34	9,56	4,46	6,47	0,94	5,15
M014	2,85	2,90	1,33	3,23	5,66	3,19
M006	7,40	1,72	3,51	2,42	4,02	3,82
Médias	3,82	3,57	3,49	3,71	3,78	3,68

Fonte: Arquivo do autor.

A Tabela 11 demonstra os dados de cada coleta do quinto aparelho, com a área total, a porcentagem de erro e análise baseada no calculo do erro aceitável de JORDAN.

Tabela 11 - Áreas (ha) estimadas pelo quinto aparelho

Coleta (hs)	Área	%	Jordan
1ª Coleta - 08h	46,28	- 0,237	Inaceitável
2ª Coleta - 10h	46,37	- 0,043	Aceitável
3ª Coleta - 12h	46,48	+ 0,194	Inaceitável
4ª Coleta - 14h	46,12	- 0,582	Inaceitável
5ª Coleta - 16h	46,18	- 0,452	Inaceitável
Média	46,29	0,301	Inaceitável

Fonte: Arquivo do autor.

O sexto aparelho foi um *smartphone*, o ACE - GT-S5830B da Samsung teve uma variação de 0,43m a 9,68m de erro dos pontos analisados, o qual gerou uma média de 3,11m de erro no cálculo de distância entre os pontos. A Tabela 12 mostra a distância de cada ponto. Este modelo ainda gerou uma média de 0,417% de erro, chegando a um erro de quase de 2000m² a mais da área coletada.

Tabela 12 - Distâncias dos pontos por coleta, estimadas pelo sexto aparelho

Pontos / Horário	Dist. 08h	Dist. 10h	Dist. 12h	Dist. 14h	Dist. 16h	Médias (m)
M007	2,54	3,50	6,12	0,43	1,64	2,85
M030	4,00	1,24	4,08	5,23	1,67	3,25
M037	4,88	2,50	2,02	2,28	2,27	2,79
M029	1,54	2,57	4,45	2,46	4,09	3,02
M020	2,65	5,28	3,74	5,46	2,65	3,96
M021	0,91	3,61	2,53	1,18	3,05	2,26
M024	0,78	4,40	0,65	1,68	0,68	1,64
M025	0,62	2,92	5,37	1,02	9,68	3,92
M027	0,93	5,57	0,82	3,49	3,49	2,86
M036	3,38	3,38	2,28	9,58	2,12	4,15
M014	2,69	2,66	2,53	3,38	8,35	3,92
M006	2,55	2,55	3,06	1,12	4,28	2,71
Médias	2,29	3,35	3,14	3,11	3,66	3,11

Fonte: Arquivo do autor.

A Tabela 13 demonstra os dados de cada coleta do sexto aparelho, com a área total, a porcentagem de erro e análise baseada no cálculo do erro aceitável de JORDAN.

Tabela 13 - Áreas (ha) estimadas pelo sexto aparelho

Coleta (hs)	Área	%	Jordan
1ª Coleta - 08h	46,36	- 0,064	Aceitável
2ª Coleta - 10h	46,51	+ 0,258	Inaceitável
3ª Coleta - 12h	46,05	- 0,732	Inaceitável
4ª Coleta - 14h	46,25	- 0,301	Inaceitável
5ª Coleta - 16h	46,05	- 0,732	Inaceitável
Média	46,24	0,417	Inaceitável

Fonte: Arquivo do autor.

Neste trabalho, foi constatado que ao realizar uma coleta, utilizando qualquer um dos seis dispositivos citados neste trabalho, os resultados são satisfatórios para a agricultura de precisão. A Tabela 14 demonstra as médias de erros das coletas realizadas, pode-se constatar um erro médio de 3,6 metros. Porém ao excluir o segundo aparelho da análise, a média de erro por ponto coletado cai para 3 metros.

Tabela 14 - Médias das distâncias dos pontos por coleta

GPS	/	Dist.	Dist.	Dist.	Dist.	Dist.	Médias
Horário		08h	10h	12h	14h	16h	(m)
GPS A		2,99	3,62	2,10	1,78	3,63	2,82
GPS B		8,34	9,50	3,99	6,02	4,53	6,48
GPS C		3,36	2,94	1,85	2,26	1,68	2,79
GPS D		2,49	3,25	3,31	2,31	2,40	2,75
GPS E		3,82	3,57	3,49	3,71	3,78	3,68
GPS F		2,29	3,35	3,14	3,11	3,66	3,11
Médias		3,88	4,37	2,98	3,20	3,28	3,60
Media - B		2,99	3,35	2,78	2,63	3,03	3,03

Fonte: Arquivo do autor.

Já a Tabela 15 retorna a média das áreas coletadas por dispositivo, o qual analisado pelo método de tolerância aceitável de Jordan (1957), fica considerado inaceitável. Porém ao excluir GPS B da análise, a média das áreas coletadas acaba sendo considerada aceitável.

Verificando que os aparelhos utilizados neste trabalho, possuem um valor de mercado acessível, e que os mesmos não têm a sua principal função, exclusivamente para uso de GPS, podem ser utilizados para geração de mapas e medidas de áreas onde não se necessita uma precisão, e sim apenas uma referência.

Tabela 15 - Médias das Áreas (ha) coletadas

Coleta (hs)	Área	%	Jordan
GPS A	46,38	0,430	Aceitável
GPS B	46,80	0,856	Inaceitável
GPS C	46,45	0,422	Inaceitável
GPS D	46,41	0,521	Aceitável
GPS E	46,29	0,301	Inaceitável
GPS F	46,24	0,417	Inaceitável
Médias	46,44	0,491	Inaceitável
Médias - B	46,35	0,414	Aceitável

Fonte: Arquivo do autor.

3.4 Aceitação dos aplicativos

Todo o aplicativo para o sistema operacional Android, pode ser distribuído instalando diretamente de um aparelho para outro, ou ficar disponível na central de aplicativos Android. Nesta central, ou repositório de aplicativos, é possível localizar qualquer aplicativo ali depositado, seja ele pago ou grátis. Ao instalar um aplicativo deste repositório, o mesmo armazena os dados de quem instalou o aplicativo, dados estes, como país, data de instalação e data de desinstalação se for o caso.

Com isto, é possível acompanhar a distribuição de seus aplicativos, abaixo será relatado os dados retirados deste repositório no dia 20/05/2013, o qual fica disponível para o responsável pelos aplicativos, neste caso, o Laboratório de Geomática da UFSM.

GPS MALHA - O aplicativo já foi instalado 4.439 vezes, e hoje está com 2.095 instalações ativas, ou seja, aplicativos prontos para funcionar. Em cima destas 2.095 instalações, 42,38% pertencem a versão 2.3 do Android e 24,06% para a versão 4.0 e 23,78% para versão 4.1, restando aproximadamente 10% para as outras versões do SO. Outro item importante desta estatística, é o país onde foi instalado o aplicativo, neste aplicativo o Brasil passou das 1.600 instalações liderando com 77,23% das instalações, em segundo lugar, aparece Portugal com 60 instalações, e 2,86% das instalações e por terceiro lugar aparecem juntos o Paraguai e a Espanha, cada um com 47 instalações e 2,24% das instalações para cada país. Ficam 324 instalações espalhadas em outros países.

MAPAGEO - O aplicativo já foi instalado 588 vezes, e hoje possui 242 instalações ativas. Utilizando apenas as instalações ativas, 32,79% das instalações estão em aparelhos com a versão 2.3 do SO Android, 28,28% estão na versão 4.1 e 24,18% estão na versão 4.0. Já referentes ao país, o Brasil lidera com 200 instalações ativas, qual gera 82,64%. Em segundo lugar aparece o Paraguai com 10 instalações e uma porcentagem de 4,13% e em terceiro lugar aparece os Estado Unidos com 2,07% das instalações, ficando 27 instalações espalhadas no resto do mundo.

INTERPAP - O aplicativo já possui 598 instalações, sendo que hoje em dia ele está com 264 aplicações ativas. A versão mais instalada é Android 2.3 com 30,08% das instalações, a versão 4.0 fica com 27,07% e a versão 4.1 com 25,19%. Fazendo a análise dos países, o Brasil lidera com 212 instalações (80,30%), e segundo lugar aparece o Paraguai com 10 instalações (3,79%) e em terceiro lugar aparece a Espanha com 5 instalações (1,89%), ficando 37 instalações para outro países.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pode-se concluir que os sistemas aqui apresentados, utilizam *smartphones* como meio de processamento para informações georeferenciadas, com as quais se consegue implantar a agricultura de precisão de baixo custo para agricultores que não podem investir nesta tecnologia.

Este caso de teste, proporciona três aplicativos que em seu funcionamento auxiliam na AP, e atividades com GPS. Nestes aplicativos podem ser gerados arquivos textos com dados referentes aos pontos ou trilhas de coletas feitas com o próprio *smartphone*, também, podem ser processados estes dados, gerando malhas de amostragem, cálculos de área e interpolação de imagens em cima destes dados. Com isto, mostrou-se a viabilidade de utilizar SIG em um dispositivo móvel com o sistema operacional Android, possibilitando uma maior agilidade no processamentos das informações geográficas e beneficiando assim o meio rural.

Como este aplicativos são distribuídos de forma gratuita e controlados pelo próprio fabricante do sistema operacional Android, é possível verificar as instalações dos mesmos e constatar que eles estão tendo uma boa aceitação no mercado brasileiro.

No caso dos sistemas desenvolvidos, algumas limitações ainda prejudicam a expansão dos aplicativos, um dos principais itens é a falta de multilinguagens, o que deixa mais restrito ao mercado brasileiro e não o mercado mundial, isto, é observado pelo site de distribuição, onde outros países baixam o aplicativo e o desinstalam.

Mesmo estes dispositivos não apresentando uma excelente precisão, mostram-se muito eficientes na Agricultura de Precisão, para coleta de pontos e geração de malha de amostragem, de uma maneira prática, fácil, utilizando tecnologias de baixo custo, e sendo possível a comunicação com o CR Campeiro 7.

Futuramente poder-se-á migrar da plataforma do Android para o IOS, que hoje em dia, se mostra um sistema operacional mais aperfeiçoado do mercado em *Smartphones* e principalmente em *Tablet*. Assim poder-se-á obter alguns benefícios como tamanho de tela melhorado, sensibilidade ao toque, também podendo obter

uma melhor visualização tanto para inserção dos dados como para própria visualização dos mesmos, além da troca de informação facilitada entre dispositivos do mesmo sistema operacional.

REFERÊNCIAS

- ANDROID DEVELOPERS, **Android SDK**. 2013. Disponível em: <<http://developer.android.com/sdk>>. Acesso em: 10 abr.2013.
- BOOCH, Grady. **UML: guia do usuário**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- BOEMO, Daniel. **Emprego de tecnologia móvel no mapeamento de lavouras: o Sistema GeoAgrícola**. Santa Maria : UFSM/Laboratório de Geomática, 2008. 48 p. II. (Cadernos do CR Campeiro ; n.2)
- BOEMO, Daniel. **Desenvolvimento de sistemas computacionais móveis, integrados a receptores GPS Bluetooth, aplicáveis a gestão rural e urbana**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geomática). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- CÂMARA, Gilberto. **Geoprocessamento: teoria e aplicações**. 2006. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>>. Acesso em: 25 abr.2013.
- CARVALHO, Izaias F., **Agricultura de precisão: boletim técnico**. Brasília: Mapa/ACS. 2011.
- COSTA, Cinthia C., Impactos da agricultura de precisão na economia brasileira. In: _____. **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. p. 307-313,
- DRUCK, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro. **Análise espacial de dados**. Brasília, EMBRAPA, 2004
- GIOTTO, Enio. **Tecnologias da Geoinformação aplicadas a Agricultura de Precisão**. 2011. Disponível em: <http://www.crcampeiro.net/moodle/SEMANA5/apresenta%C3%A7%C3%A3o_ap2.ppt>. Acesso em: 10 abr.2013.
- GONÇALVES, Eduardo Corrêa. **SQLite, muito prazer!**. 2011. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/sqlite-muito-prazer/7100>>. Acesso em: 10 abril.2013.
- INAMASU, Ricardo Y. Estratégia de implantação, gestão e funcionamento da Rede Agricultura de Precisão. In: _____. **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. p.31-40.
- LECHETA, Ricardo R. **Google Android: aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2010.
- LEE, V.; SCHNEIDER, H.; SCHELL, R., **Aplicações móveis: arquitetura, projeto e desenvolvimento**. São Paulo: Pearson, 2005

LEMAY, Laura, **Aprenda em 21 Java 2**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1999.

MEDEIROS E. S., **Desenvolvendo Software com UML 2.0: definitivo**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2004.

MONICO, José F. G., **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: UNESP 2007.

MOREIRA A. P.; GIOTTO, E. Influência dos métodos de compensação do erro linear no cálculo da área de poligonais topográficas em terreno ondulado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p.203-207, 1996.

NAIME, João M. Avaliação geral, resultados, perspectivas e uso de ferramentas de agricultura de precisão. In: _____. **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. p.69-72.

SANTI, Antonio L. **Relações entre indicadores de qualidade do solo e a produtividade das culturas em áreas com agricultura de precisão**. 2007. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SCHAEFER, C. **Protótipo de aplicativo para transmissão de dados a partir de dispositivos móveis aplicado a uma empresa de transportes**. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação). Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004

SCHRAMMEL, Bruna M. Utilização de ferramentas de SIG para Agricultura de Precisão no planejamento ambiental de uma pequena propriedade rural produtora de maçãs. In: _____. **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. p.222-226.

SEBEM, Elódio, **Fundamentos de cartografia e o sistema de posicionamento global GPS**. Santa Maria: UFSM / Colégio Politécnico / Departamento de Engenharia Rural, 2010

SILVA, R. M., **Introdução ao geoprocessamento: conceitos, técnicas e aplicações**. Novo Hamburgo: Feevale, 2007.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2007.

VOGEL, Lars. **Android SQLite Database: tutorial**. 2011. Disponível em: <<http://www.vogella.de/articles/AndroidSQLite/article.html>>. Acesso em: 10 abril.2013.