

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

**DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO CR
CAMPEIRO MOBILE - CASO DE TESTE:
CONTROLADOR TOPPER 4500**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

Gustavo Heydt Réquia

Santa Maria, RS, Brasil

2012

**DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO CR CAMPEIRO
MOBILE - CASO DE TESTE: CONTROLADOR TOPPER 4500**

Gustavo Heydt Réquia

Monografia apresentada ao Curso de Especialização do Programa de Pós-Graduação em Geomática, Área de Concentração em Tecnologia de Geoinformação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista em Geomática.**

Orientador: Prof. Dr. Enio Giotto

Santa Maria, RS, Brasil

2012

Réquia, Gustavo Heydt

Desenvolvimento do aplicativo CR Campeiro Móbile - Caso de Teste:
Controlador Topper 4500 / por Gustavo Heydt Réquia. – 2012.
50 p.; 30 cm

Orientador: Enio Giotto

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro
de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Geomática, RS, 2012.

1. Geomática 2. Informática 3. Agricultura de Precisão 4. 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).

© 2012

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: RS 509, 1505. Cerrito, Santa Maria, RS. CEP: 97110-620

Fone: (0xx)55 9902-8162; E-mail: grequia@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Geomática**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Monografia de Especialização**

**ADAPTAÇÃO DO APLICATIVO CR CAMPEIRO
MOBILE - CASO DE TESTE: CONTROLADOR TOPPER 4500**

elaborada por
Gustavo Heydt Réquia

como requisito parcial para obtenção do grau de
Especialista em Geomática

COMISSÃO EXAMINADORA:

Enio Giotto, Dr.
(Presidente/ Orientador)

Claire Delfini Viana Cardoso, Dra. (UFSM)

Luiz Patric Kayser, Msc. (UFSM)

Santa Maria, 10 de outubro de 2012.

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa aos meus pais Nilson e Sonia e as minhas irmãs, Anelise, Patrícia e Sheila, pessoas que amo muito e que sempre me apoiaram incondicionalmente, em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A realização desta pesquisa só tornou-se possível devido á colaboração e apoio de muitas pessoas e instituições. Espero, nesta seção, fazer o agradecimento devido a cada uma delas.

A Universidade Federal de Santa Maria, ao Departamento de Engenharia Rural, ao Programa de Pós-Graduação em Geomática e aos Professores pelos ensinamentos compartilhados e dedicação, em especial a Prof. Dra. Estela Maris Giordani pelos ensinamentos e oportunidades alcançadas.

Ao meu orientador Prof. Dr. Enio Giotto, primeiro pela oportunidade e pelo voto de confiança. Sempre esteve presente e me ajudou e apoiou quando preciso, entendeu as dificuldades e contribuiu de forma inestimável à qualidade e à conclusão deste trabalho.

Aos Professores: Enio Giotto, Claire D. V. Cardoso, Luiz Patric Kayser por gentilmente aceitarem o convite em fazer parte desta Comissão Examinadora.

Agradeço a empresa Stara S/A Indústria de Implementos Agrícolas, em especial para o gerente de tecnologia Cristiano Paim Buss, pela confiança e empréstimo do Equipamento Topper 4500 que foi de suma importância no desenvolvimento deste projeto.

Agradeço aos meus pais, Nilson Réquia e Sonia Maria Heydt Réquia que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões, sempre ajudando de todas as formas possíveis.

As minhas queridas irmãs, Sheila, Anelise e Patrícia que de uma forma ou outra estiveram sempre ao meu lado, dando força, obrigado pela amizade e carinho.

Aos colegas de aula e laboratório, pelo apoio à realização deste trabalho: Adriana Arnold, Charles Steinmetz, Edson Fumagalli, Fábio Pires, Leonice Schio, Maureen Stefanello, Rodrigo Ballejos, Vagner Schaefer.

Aos alunos do projeto Aquarius que me apoiaram na parte de testes no software, e em especial ao José Paulo Alba, também conhecido como Paulão por todo apoio e dedicação.

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

Em especial a minha namorada Lisiane Silveira que sempre me apoiou, estando ao meu lado, dando força, mesmo nos momentos mais difíceis, obrigado pela amizade e carinho.

A todos citados, o meu agradecimento!

*"Para se ter sucesso, é necessário
amar de verdade o que se faz.
Caso contrário, levando em conta apenas
o lado racional, você simplesmente desiste.
É o que acontece com a maioria das pessoas."
(Steve Jobs)*

RESUMO

Monografia de Especialização
Programa de Pós-Graduação em Geomática
Universidade Federal de Santa Maria

DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO CR CAMPEIRO MOBILE - CASO DE TESTE: CONTROLADOR TOPPER 4500

**AUTOR: GUSTAVO HEYDT REQUIA
ORIENTADOR: ENIO GIOTTO**

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 10 de outubro de 2012.

Este trabalho teve como grande desafio disponibilizar uma tecnologia (um *software*) para os produtores, como ferramenta para promover a competitividade do agronegócio brasileiro, utilizando equipamentos embarcados já disponíveis pelos agricultores. Com o desenvolvimento desse aplicativo o usuário não terá necessidade de adquirir outro aparelho específico de GPS para coletar dados e depois descarregá-los em um desktop para fazer o processamento dos mesmos, pois os dados serão coletados por meio da tecnologia embarcada dos implementos agrícolas da empresa Stara, o qual tem a função do GPS. Para perfeito funcionamento deste sistema o controlador utilizado deverá ser o Topper 4500 da Stara. Para o desenvolvimento desse sistema será utilizado, linguagem de programação Microsoft Visual Basic, Linguagem UML entre outros softwares necessários para o desenvolvimento. Sendo assim, o sistema proposto tem como objetivo auxiliar a coleta e processamento dos dados, coletados a campo.

Palavras-chave: Geomática; Informática; Agricultura de Precisão; GPS

ABSTRACT

Monograph Specialization
Postgraduate Programme in Geomatics
Universidade Federal de Santa Maria

DEVELOPMENT APPLICATION CR CAMPEIRO MOBILE - TEST CASE: CONTROLLER TOPPER 4500

**AUTHOR: GUSTAVO HEYDT REQUIA
SUPERVISOR: ENIO GIOTTO**

Santa Maria, 10 October 2012.

The great challenge of the present paper was to make available for producers a technology (one software) as a tool to promote the competitiveness of Brazilian agribusiness using embedded equipment already owned by farmers. With the development of this application there is no need for the user to acquire other specific GPS device for collecting data and subsequently to discharge it into the desktop in order to process them since this data will be collected by embedded technology of agricultural implements of the Company Stara which has GPS function. For the perfect functioning of this system it is necessary to use Stara's Topper 4500 controller. In order to develop this system we will be using Microsoft Visual Basic Programming Language and UML Language, among other software necessary for the development. Thus, the proposed system aims at aiding the gathering and processing of data collected in field.

Keys Words: Geomatics; Computing; Precision Agriculture; GPS

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Ciclo de Atividades da Agricultura de Precisão	20
Figura 02 - Tela Inicial do sistema CR Campeiro 7	23
Figura 03 - Imagem do Controlador Topper 4500	39
Figura 04 - Diagrama de Caso de Uso do Sistema	33
Figura 05 - Diagrama de Atividade - Fluxo Principal do Sistema.....	34
Figura 06 - Diagrama de Atividade - Módulo 1 - GPS	34
Figura 07 - Diagrama de Atividade - Módulo 2 - MALHA	35
Figura 08 - Tela Inicial do Software	36
Figura 09 - Conexão GPS	37
Figura 10 - Conexão GPS - Coordenadas Geográficas - WGS 84	37
Figura 11 - Conexão GPS - Registro de Dados	38
Figura 12 - Sentença NMEA	39
Figura 13 - Agricultura de Precisão	40
Figura 14 - Arquivos de Coordenadas	41
Figura 15 - Informações do Aplicativo	42
Figura 16 - Configuração do Sistema	43
Figura 17 - Pontos georeferenciados na UFSM	44
Figura 18 - Grid de amostragem da área de teste	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Localização dos Marcos da UFSM	44
Tabela 2 - Distâncias dos pontos por coleta	45
Tabela 3 - Áreas (ha) estimadas	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Agricultura de Precisão
CAD	Computer-Aided Design (Desenho Assistido por Computador)
CE	<i>Compact Edition</i>
DGPS	<i>Differential Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global Diferencial)
DoD	<i>Department of Defense</i>
GIS	<i>Geographic information system</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema Global de Posicionamento)
HA	Hectares
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
NMEA	<i>National Marine Electronics Association</i>
pH	Potencial Hidrogeniônico
RM	Rumo
RTK	Real Time Kinematic (correções em tempo real)
RS	Rio Grande do Sul
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UML	<i>Unified Modeling Language</i> (Linguagem de Modelagem Unificada)
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
VB	<i>Visual Basic</i>
Vel	Velocidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Sistema de Informação Geográficas (SIG).....	15
2.1.1 Elementos de um SIG.....	15
2.2 Sistema de Posicionamento Global (GPS).....	16
2.2.1 Características do sistema GPS	17
2.3 Agricultura de Precisão (AP).....	17
2.3.1 Produtos gerados na Agricultura de Precisão	20
2.3.2 Vantagens da Agricultura de Precisão.....	21
2.4 Aplicativo CR Campeiro.....	22
2.4.1 Módulos do CR Campeiro 7.....	24
2.4.2 Mobilidade do CR Campeiro - Geoagrícola	25
2.5 Tecnologia Móvel.....	26
2.5.1 Vantagens dos dispositivos móveis.....	26
2.5.2 Arquivos nos dispositivos móveis	27
2.5.3 Microsoft Windows CE.....	28
2.6 Monitor Topper 4500.....	28
2.6.1 Recursos.....	29
2.7 Linguagem de Modelagem e Programação	30
2.7.1 <i>Unified Modeling Language</i> - UML	30
2.7.2 Microsoft Visual Basic.....	31
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
3.1 Projeto Topper 4500.....	32
3.2 Desenvolvimento do <i>software</i>	35
3.3 Testes no Aplicativo	43
4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

A visão globalizada das questões ambientais tem contribuído para uma crescente demanda por informações cartográficas, obtidas em ritmo cada vez mais intenso graças ao desenvolvimento de técnicas apoiadas no uso de computadores (SILVA, 2007).

O uso da tecnologia da informação como aliada definiu a base para a concentração dos controles e modificações estruturais da organização. A telemática não é mais considerada um acessório administrativo, e sim uma peça fundamental para a competitividade feroz do mercado atual, inclusive revolucionando e desenvolvendo as formas de fazer negócios (BATISTA, 2006).

O avanço da tecnologia está em todas as áreas, inclusive na agricultura onde vem se tornando cada vez mais comum o uso de tecnologia avançada na produção de alimentos. A utilização de Sistemas de Navegação Global - GPS e Sistemas de Informação Geográficas - SIG, está se tornando quase que obrigatório para uma lavoura que visa à otimização do lucro, sustentabilidade e proteção do ambiente.

A Agricultura de Precisão (AP) compreende um conjunto de técnicas e metodologias que visam otimizar o manejo das culturas e a utilização dos insumos agropecuários, proporcionando máxima eficiência econômica (BRASIL, 2011).

O grande desafio deste projeto é disponibilizar uma tecnologia (um *software*) para os produtores, como ferramenta para promover a competitividade do agronegócio brasileiro.

Aproveitando tecnologia embarcada das novas máquinas agrícolas que trazem dispositivos de navegação de alta precisão, este *software* foi concebido para a reutilização destes dispositivos, agregando outras funcionalidades não previstas nos *softwares* originais.

Este *software* servirá para coletar pontos GPS, coletar contornos de talhões, e gerar mapas de amostragem do solos, auxiliando a coleta de dados do solo assim como na navegação dentro de áreas já georreferenciadas.

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um *software* para auxílio na Agricultura de Precisão, utilizando equipamentos de alta qualidade e alta precisão, já disponíveis pelos agricultores, sem que os mesmos precisem investir em outros equipamentos, que podem fazer a mesma função.

Seguem abaixo os principais objetivos específicos referentes à este trabalho:

- Utilizar tecnologia já adquirida pelos agricultores e não utilizada no seu máximo;
- 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* capaz de se comunicar com o CR Campeiro 7 para processamento posterior;
- Desenvolver um *software* que seja de fácil utilização e compreensão.

2 REVISÃO DA LITERATURA

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

2.1 Sistema de Informação Geográficas (SIG)

O SIG é uma forma particular de Sistema de Informação aplicado a dados geográficos. Um Sistema de Informação é um conjunto de processos, executados no dado natural, produzindo informações úteis na tomada de decisões (SILVA, 2007).

Segundo Fitz (2008) além da necessidade de uso do meio computacional, faz-se necessária a existência de uma base de dados georreferenciados, que são os dados que estão associados a um sistema de coordenadas conhecido, ou seja, vinculam-se a pontos reais dispostos no terreno, caracterizados, em geral, pelas suas coordenadas de latitude e longitude.

Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas que permitem armazenar, analisar, recuperar, manipular e manejar grandes quantidades de dados espaciais (SILVA, 2007).

2.1.1 Elementos de um SIG

Um SIG é formado por 5 elementos :

- *Hardware*: qualquer tipo de plataforma computacional;
- *Software*: é desenvolvido em níveis sofisticados, constituídos de módulos que executam as mais variadas funções;
- *Dados*: são elementos fundamentais para o SIG. Os dados geográficos são muito dispendiosos para coleta, armazenamento e manipulação,

pois são necessários grandes volumes para solucionar importantes problemas geográficos;

- Profissional: o elemento mais importante, a pessoa responsável pelo projeto, pela implementação e pelo uso do SIG;
- Métodos: as técnicas, os critérios e as experiências irão nortear o uso do SIG na solução dos problemas apresentados.

2.2 Sistema de Posicionamento Global (GPS)

O *Global Positioning System (GPS)* é um sistema de posicionamento geodésico baseado num conjunto de satélites artificiais, capazes de fornecer posições na superfície terrestre com a acurácia de poucos centímetros (NOGUEIRA, 2008).

Segundo Monico 2007, GPS é um sistema de radionavegação desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos - DoD (*Department of Defense*), visando a ser o principal sistema de navegação das Forças-Armadas norte-americanas.

A tecnologia GPS revolucionou os métodos de levantamentos geodésicos. É considerada atualmente uma das técnicas mais precisas, exatas e eficazes no posicionamento de pontos (SILVA, 2007).

O sistema de posicionamento global consiste da triangulação de um conjunto de satélites, normalmente 24 satélites, que, através do cálculo da distância entre eles, baseada na diferença de tempo de transmissão dos sinais entre o receptor do usuário e os satélites, determinam o posicionamento terrestre. No mínimo, são necessários três satélites para o posicionamento, normalmente os receptores utilizam quatro satélites (MOLIN, 1998).

Como o próprio nome sugere, o GPS é um sistema de abrangência global, que 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 (MONICO, 2007).

2.2.1 Características do sistema GPS

Segundo Silva (2007) o sistema GPS tem as seguintes características:

- 24 satélites em órbita, sendo 21 satélite ativos e 3 reservas;
- altitude nominal de 20.183km;
- 6 planos orbitais com inclinação de 54°44' e 4 satélites em cada orbita
- período orbital de 12 horas siderais;
- órbita elíptica circular;
- frequência fundamental f_0 de 10,23 Mhz;
- portadoras: L1 = 1575,42 Mhz com $\lambda_1 = 19,05\text{cm}$ e L2 = 1227,60 Mhz com $\lambda_2 = 24,45\text{ cm}$;
- relógios atômicos com estabilidade de 10^{-12} .

2.3 Agricultura de Precisão (AP)

Definida como um elenco de tecnologias e procedimentos utilizados para que os sistemas de produção agrícolas sejam otimizados, tendo como elemento chave, o gerenciamento da variabilidade espacial da produção e os fatores a ela relacionados, sendo na verdade um sistema de gestão ou gerenciamento (MOLIN, 1998).

Este método ou procedimento de trabalho e gerenciamento localizado que se embasa no conceito de tratamento diferenciado das áreas agrícolas, não é nova, foi inicialmente praticada pelos pesquisadores Linsley e Bauer da Universidade de Illinois. EUA, ainda no ano de 1929. Os pesquisadores realizaram o tratamento localizado da correção do pH de uma área de 17 ha com base em dados de 23 amostras de solo ordenadamente coletadas (MOLIN, 1998). Porém esta aplicação foi realizada manualmente devido ao pequeno tamanho da área.

A partir de 1980 com os diversos avanços tecnológicos, como computadores, satélites, *softwares* de sistemas de informações geográficas, sensores e outros conjuntos de ferramentas e técnicas de produção tornaram-se disponíveis para a agricultura. Muitos deles tiveram adaptações para o meio rural, já que foram idealizados para outros fins (BOEMO, 2007).

Como uma das mais antigas atividades humanas, a agricultura tem acompanhado a evolução do homem e suas técnicas, refletindo ao longo da história os avanços no domínio dos elementos da natureza, na logística e planejamento, no armazenamento, no uso de animais e ferramentas, na organização de sociedades e divisões de trabalho, no comércio, no transporte, na mecanização, no uso do vapor, no uso da eletricidade, no uso de técnicas genéticas e, finalmente, no uso da informática (CÂMARA, 1998).

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

Na Agricultura de Precisão (AP), que tem como objetivos maximizar os resultados econômicos, se almeja o aumento de produtividade, pela correção dos fatores que contribuem para sua variabilidade, utilizando-se de um menor consumo de insumos; otimizar os recursos naturais, preservando o meio ambiente, onde as culturas deixam de receber um tratamento uniforme e passam a receber um tratamento variável (preparo do solo, correção de fertilidade e pulverização), ou seja, fertilizantes e agrotóxicos são aplicados de maneira localizada, em quantidades variáveis, buscando reduzir o impacto ambiental, causado pelo excesso de insumos utilizados; controlar e rastrear o trabalho, possibilitando eventuais reparos nos manejos aplicados no campo e ganhos agregados à produção. A Agricultura de Precisão é baseada num novo conceito de gerenciamento agrícola, que modifica as antigas técnicas, introduzindo novos instrumentos e ferramentas. (GIOTTO, 2008)

Na Agricultura de Precisão algumas operações, como a construção dos mapas de produção e de amostragem de solo, pode ser utilizado GPS sem a

tecnologia de correção diferencial de sinal, pois há grande quantidade de dados para interpolação ou a acurácia desejada do “grid” de amostragem do solo, também é compensada pela interpolação dos pontos. O mesmo raciocínio, entretanto, não é válido para a aplicação de defensivos, com máquinas pulverizadoras equipadas com barra de luz, onde uma pequena variação espacial compromete a qualidade do trabalho como um todo. (GIOTTO, 2008)

Segundo Fraisse (1998), 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 Georeferenciadas (*GIS – Geografic Information Systems*) e sensores, permitindo a coleta, tratamento e análise de dados do campo.

Agricultura de Precisão é um conjunto de técnicas que permite o gerenciamento localizado de culturas, dando a capacidade de monitorar e avaliar precisamente o empreendimento no local e ao nível da fazenda, assim como ter o entendimento dos processos envolvidos, para ser capaz de aplicar os insumos de tal maneira a alcançar determinadas metas.

Na agricultura tradicional se pressupõe que o solo seja homogêneo para as práticas agrícolas em relação ao manejo do solo, quando na realidade isto não é verdade, pois o solo possui características heterogêneas e que manejos considerando a média das necessidades para a área podem não representar a realidade.

A Agricultura de Precisão pode ser ilustrada como um ciclo de atividades e tomada de decisões no sistema produtivo (Figura 01), pode ser dividido em três etapas:

- Colheita e geração de mapas de produtividade;
- Análise e avaliação do mapa de produtividade;
- Geração e execução de mapas de aplicação variável para as seguintes atividades: preparo do solo, plantio, fertilização do solo e pulverização.

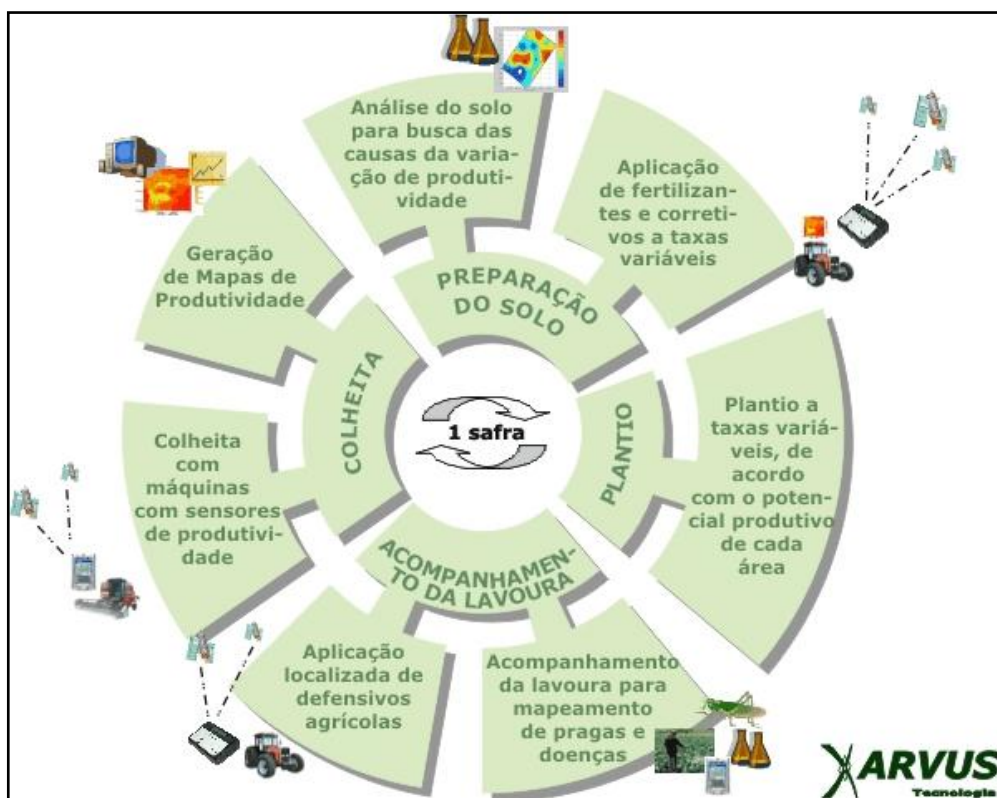


Figura 01 - Ciclo de Atividades da Agricultura de Precisão

Fonte: http://www.arvus.com.br/img/safra_completa.jpg.

2.3.1 Produtos gerados na Agricultura de Precisão

Segundo Boemo (2007) vários são os produtos gerados na Agricultura de Precisão, estes são baseados em resultados obtidos tanto antes, durante, após a colheita ou em intervalos safras em alguma cultura ou no rodízio de outras. Seguem-se alguns dos produtos principais.

- **Mapas de Produtividade** - são excelentes fontes de informação e diagnóstico das condições de produção encontradas no campo. (Exemplo: Dados de colheitadeiras equipadas com GPs e Sensores de Colheita, Estimativas de Produção, Mapas de colheita...)
- **Mapas de Solo** - a variabilidade do solo no campo é um dos fatores mais importantes em um programa de Agricultura de Precisão, pois influencia diretamente a disponibilidade de nutrientes e de água para as culturas. Atualmente a maneira mais comum para amostragem do solo

é o estabelecimento de uma rede de pontos (grid) espaçados regularmente no campo. (Exemplo: Amostras Georreferenciadas, Atributos do Solo, Modelos Digitais de Variabilidade Espacial...);

- **Mapas de Pragas e Doenças** - Quanto ao manejo de pragas e doenças, a grande perspectiva é poder aplicar agroquímicos somente em áreas com maior índice de infestação e ameaça de prejuízos econômicos, permitindo-se a redução de custos e de danos ambientais. Em áreas úmidas e quentes, onde há maior suscetibilidade às doenças, os benefícios potenciais são enormes. As ervas daninhas, geralmente ocorrem de forma concentrada em certas áreas, não uniformemente distribuídas por toda a extensão do campo. Neste caso faz mais sentido a aplicação localizada de herbicidas, atacando-se apenas as áreas onde existe maior concentração, ao invés de usar o método tradicional de aplicação cobrindo todo o campo. (Exemplo: Aplicação Diferenciada de Insumos)
- **Inputs Manuais “*site specific*” (observações a campo com GPS)** - Levantamentos realizados a campo utilizando tecnologia GPS, realizando os mais diversos tipos de coleta. Desde contornos de áreas de plantio a coordenadas pontuais provenientes de malhas de coleta ou de ocorrências diversas.

2.3.2 Vantagens da Agricultura de Precisão

Com a AP se obtém informações detalhadas dos talhões, adquirindo informações que possibilitem conhecer as melhores áreas dentro da fazenda, assim como as mais deficientes relacionadas com a produtividade.

Podem-se maximizar os retornos, através da aplicação mais eficiente dos insumos da lavoura, aplicando os insumos no local correto, no momento adequado, as quantidades de insumos necessários à produção agrícola, para áreas cada vez menores e mais homogêneas, tanto quanto a tecnologia e os custos envolvidos o permitam, reduzindo o impacto dos mesmos sobre o meio ambiente, através de

aplicações localizadas de fertilizantes e herbicidas, tornando estas atividades mais sustentáveis.

A Agricultura de Precisão promete grandes benefícios para os usuários deste sistema como:

- redução do grave problema do risco da atividade agrícola;
- redução dos custos da produção;
- tomada de decisão rápida e certa;
- controle de toda situação, pelo uso da informação;
- maior produtividade da lavoura;
- mais tempo livre para o administrador;
- melhoria do meio ambiente pelo menor uso de defensivo;
- melhorar os rendimentos de colheita e lucros;
- fornecer informações para tomar decisões de manejo mais embasadas;
- prover registros de fazenda mais detalhados e úteis;
- redução de quantidades de insumos, reduzindo a contaminação ambiental.

2.4 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 registrado no gabinete de projetos sob o número 5773, que tem como 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 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.

Tendo um histórico de mais de quinze anos de desenvolvimento e de contínuo aperfeiçoamento de funções e operações, o aplicativo CR Campeiro 7 possui a seguinte tela de boas vindas, demonstrada pela Figura 02.



Figura 02 - Tela Inicial do sistema CR Campeiro 7
Fonte: Arquivo do autor.

2.4.1 Módulos do CR Campeiro 7

Segundo Giotto (2008) o CR Campeiro 7 é dividido em vários módulos, os quais estão destacados abaixo:

- **Administração Rural** - Gerenciamento administrativo e financeiro de propriedades rurais, como custos e receitas, fluxo de caixa, controle de estoque, maquinários (operações e manutenção) e mão de obra.
- **Agricultura Familiar** - Gestão das atividades desenvolvidas na pequena propriedade rural, designada de propriedade familiar, independente do tipo de exploração que é praticada na mesma, como planejamento de operações e monitoramento de atividades.
- **Agricultura de Precisão** - Gestão de procedimentos que envolvem o uso de geotecnologias como sistemas de posicionamento global aplicadas no manejo de culturas agrícolas. Dentre elas, amostragem georreferenciada de solo, mapas de fertilidade e de produtividade, aplicação a taxa variável, análises estatísticas e Interpretação de Mapas, geoestatística (análise de semi-variograma).
- **Avicultura de Corte** - Gerenciamento técnico de criações de aves de corte, como controle de aviários e custos de produção.
- **Bovinocultura de Corte** - Gerenciamento técnico de gado de corte, como manejo nutricional, reprodutivo e sanitário, custos de produção e rastreabilidade de bonivos.
- **Bovinocultura de Leite** - Gerenciamento técnico de gado de leite, como manejo nutricional, reprodutivo e sanitário, controle da produção leiteira e custos de produção.
- **Gestão Técnica de Lavouras** - Gerenciamento da atividade agrícola em um talhão por operações executadas em três processos: Implantação da lavoura, Monitoramento de aplicação de insumos e operações agrícolas e colheita custos de produção.
- **Geoprocessamento - GPS** - Sistema de Informações Geográficas com: GPS (*Download/Upload - Online*), espacialização de mapas, imagens digitais georreferenciadas, shapes e bancos de dados

geográficos, interface com GoogleEarth, integração com CAD, ArcView e Spring e modelagem 3D.

- **Nutrição Animal** - Banco de dados de alimentos, formulações de rações e cálculo de necessidades nutricionais: Gado de corte e leite.
- **Silvicultura** - Inventário florestal de florestas plantadas, análise de regressão aplicada ao manejo florestal e análise multivariada—componentes principais.
- **Sistema de Tecnologia Móvel** - Sistema em plataformas *Pocket-PC* e *Smartphones*, com GPS e GPRS integrados, para coleta e transmissão de dados e informações georreferenciadas.
- **Suinocultura** - Gerenciamento técnico de suinocultura, como Unidade de produção de leitões, ciclo completo, manejo nutricional, reprodutivo e sanitários e custo de produção.
- **Topografia** - Processamento de levantamentos topográficos plani-altimétricos, divisão de áreas, georreferenciamento de imóveis rurais, integração em ambiente CAD e transformação de coordenadas.

2.4.2 Mobilidade do CR Campeiro - Geoagrícola

Segundo Boemo (2007) o Projeto CR Campeiro - Geoagrícola está estruturado sobre um sistema computacional integrado, com inúmeras ferramentas de gestão, que irão auxiliar o usuário no alcance de seus objetivos. O Sistema de campo constituiu-se de cinco módulos operacionais distintos, entretanto, interligados entre si, conforme as descrições abaixo:

1. Operações com Sistema de Posicionamento Global consistem na recepção *on-line* de dados de posicionamento geográfico (latitude, longitude, altitude), permitindo o registro de trilhas e a marcação de *waypoints*, visualização dos satélites presentes, ferramentas que monitoram velocidade e rumo, NMEA e acesso a outras funções.

2. Agricultura de Precisão (Grade de Amostragem/Desenho), módulo que consiste na representação visual de polígonos, linhas, pontos, modelos digitais do

terreno, mapas de aplicação a taxa variável e na estruturação de malha de amostragem georreferenciada.

3. Geolevantamento, módulo responsável pela coleta de dados referentes à vistoria georreferenciada de pragas, geoelementos, clima e solo.

4. Registro de aplicação onde são feitos os registros de aplicação de defensivos e outros.

5. Imagem georreferenciada, módulo onde são trabalhadas imagens georreferenciadas, GPS e sobreposição de pontos.

2.5 Tecnologia Móvel

Atualmente, percebe-se que o mundo está sendo induzido a buscar a portabilidade, ou seja, todos procuram ter aparelhos pequenos que possam ser carregados na palma da mão ou até no bolso e que façam tudo ou mais que aparelhos maiores. Um exemplo disso são os *Smartphones* e os *Tablets* que tem funcionalidades muito semelhantes aos computadores.

2.5.1 Vantagens dos dispositivos móveis

A computação Móvel representa um novo paradigma tecnológico que tem como objetivo principal prover ao usuário final acesso permanente a uma rede fixa ou móvel independente de sua posição física. Possibilita acessar informações em qualquer lugar e a qualquer momento (LOUREIRO et. al., 2003).

A principal característica desse novo paradigma, está em permitir mudanças de localização de seus usuários, ou seja, garantir a mobilidade dos mesmos no momento em que estes usufruem de seus serviços, possível graças ao suporte oferecido pela comunicação sem fio (*wireless*) ou por sincronismo de vários

dispositivos que eliminam a necessidade de o usuário manter-se conectado a uma infraestrutura fixa ou estática (MATEUS et. al., 1998).

Segundo Galvin (2004), os dispositivos móveis formam hoje um cenário que antes dominado por *desktops* e *notebooks*. Isso em função do surgimento de novos aplicativos exclusivos para esse ambiente. Junto a isso, os usuários usufruem as facilidades do mundo interligado por redes sem fio e com isso obtém informações a qualquer hora e em qualquer lugar, bastando para isso estar conectado à internet.

Segundo Fox (2003), os dispositivos móveis representam vantagens em relação a outros computadores, como:

I- Dimensões: além de mais leves e simples de manusear, podem ser transportados em qualquer espaço;

II- Consumo de energia: por serem dispositivos mais compactos e econômicos, o consumo de energia e tempo de recarga é menor e a autonomia em campo é maior;

III- Ganho de tempo e eficiência: o tempo de carga de aplicações embutidas nestes dispositivos é inferior quando comparados a outros computadores;

VI- Custos operacionais e expansão programada: por serem mais compactos e voltados para atividades específicas, estes dispositivos não contam com vários circuitos e periféricos internos, como por exemplo, disco rígido e discos flexíveis, que diminuem de forma evidente os custos com manutenção ou programas desnecessários.

2.5.2 Arquivos nos dispositivos móveis

Alguns dispositivos móveis tem um armazenamento persistente e volátil. O armazenamento volátil é reiniciado cada vez que é desligado o aparelho. Os dados que precisam ser mantidos quando o aparelho é desligado são salvos no

armazenamento persistente. O armazenamento persistente é montado como um diretório fora da raiz do software Windows MóBILE (BORGES, 2005).

2.5.3 Microsoft Windows CE

Segundo Siqueira (2005), em 1996 a Microsoft lançou o seu primeiro sistema operacional para dispositivos móveis, o Windows CE (*Windows Compact Edition*). Porém as duas primeiras versões do Windows CE não tiveram muito sucesso, pois os dispositivos existentes na época não eram adequados para suportar a interface gráfica proposta por esse sistema.

O software Windows MóBILE foi criado para ser facilmente adaptado a uma grande variedade de dispositivos de hardware de diversos fabricantes, operadores móveis e integradores. Para criar uma plataforma com um conjunto consistente de recursos para uso pelos desenvolvedores, a plataforma Windows MóBILE fornece duas plataformas definidas: o *Smartphone* para telefones e o *Pocket PC*, uma versão mais genérica, suportada em uma vasta quantidade de dispositivos (*Pocket PC*, videogames, automóveis, eletroeletrônicos etc) (BORGES, 2005).

2.6 Monitor Topper 4500

O Controlador Topper 4500 foi desenvolvido e comercializado pela Stara S/A Indústria de Implementos Agrícolas, empresa parceira para o desenvolvimento deste projeto.

O Topper é um computador móvel, desenvolvido para auxiliar na Agricultura de Precisão, utilizado para monitorar as informações dos maquinários agrícolas como pulverizadores, colheitadeiras entre outros.

Este controlador, conforme Figura 03, possui um receptor DGPS de 12 canais e banda L1, o qual pode ser utilizado com correção diferencial e-Dif ou RTK.



Figura 03 - Imagem do Controlador Topper 4500

Fonte: <http://www.stara.com.br/web/index.php?menu=produtos&category=55&id=83&language=pt>.

2.6.1 Recursos

O Topper trabalha na tensão nominal de 13,8V, utilizando uma corrente máxima de 2,35A e pesando aproximadamente 1,2kg. Possui uma tela display colorido de 8,4" com uma resolução de 640 x 480 pixels anti-reflexiva e não sensível a toque.

O 4500 possui três tipos de armazenamento de dados, dois deles internos, sendo um volátil e um persistente e ainda possui a possibilidade de utilização de *pen drive*.

Por possuir o sistema operacional Windows CE, compilado toda vez que o aparelho é ligado, fica quase impossível a invasão de vírus no sistema operacional, visto que toda vez que o sistema é desligado, perde-se as configurações do Windows, ficando apenas os arquivos salvos na memória persistente.

Com este tipo de configuração do Windows fica impossibilitado a instalação de programas, como por exemplo banco de dados, assim como qualquer outro aplicativo que necessite de arquivos de configuração do sistema operacional.

Como são removidos todos os itens do Windows, fica impossível de conectar dispositivos na porta USB, que necessitem configurar os *drivers*, como por exemplo um modem USB para transmissão de dados.

Também fica impossibilitado de acessar via conexão de cabo o sistema operacional do controlador Topper, o qual dificulta a programação *on-line* no mesmo.

2.7 Linguagem de Modelagem e Programação

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

2.7.1 Unified Modeling Language - UML

Segundo Medeiros (2004), a UML não indica como desenvolver um software. Ela indica apenas as formas que podem ser utilizadas para representar um software em diversos estágios de desenvolvimento.

Os requisitos de um sistema são descrições dos serviços fornecidos pelo sistema e as suas restrições operacionais. Esses requisitos refletem as necessidades dos clientes de um sistema que ajuda a resolver algum problema, por exemplo, controlar um dispositivo, enviar um pedido ou encontrar informações. O processo de descobrir, analisar, documentar e verificar esses serviços e restrições chama-se de engenharia de requisitos (SOMMERVILLE, 2007).

Segundo Medeiros (2004), bons *softwares* têm documentação, ou seja, uma história na qual podemos nos apoiar para entendê-los. É comum vermos que a documentação, frequentemente, deixada de lado, ou por preguiça, ou pela pressão do tempo em se ver algo concreto para exibição ao usuário.

2.7.2 Microsoft Visual Basic

O Visual Basic (VB) constitui uma ferramenta de desenvolvimento que pode ser utilizada para construir aplicações que realizam trabalho útil e parecem excelentes dentro de uma variedade de configurações, onde podem ser criadas aplicações para sistema operacional Windows, a Web, dispositivos de mão entre uma série de outras configurações existentes (HALVORSON, 2006).

O Visual Studio .NET é o IDE (*Integrated Development Environment* – ambiente de desenvolvimento integrado) da Microsoft para a criação, documentação, execução e depuração de programas escritos em diversas linguagens de programação .NET (DEITEL, 2003).

Segundo Siqueira (2005) .NET é a nova plataforma da Microsoft que possibilita a utilização de diferentes *softwares* de desenvolvimento em um mesmo projeto. Permite que a aplicação desenvolvida seja executada em sistemas operacionais diversos, e que diferentes *softwares* comuniquem-se entre si.

O Visual Studio .NET também oferece ferramentas de edição para manipular vários tipos de arquivos, além de ser uma ferramenta poderosa e sofisticada para criar aplicativos de missão e comercialização crítica (DEITEL, 2003).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo será demonstrado todo o projeto, o desenvolvimento e os testes realizados no *software*.

3.1 Projeto Topper 4500

Este projeto surgiu com o intuito de ampliar as aplicabilidades do sistema CR Campeiro 7, e demonstrar as suas adaptabilidades nos mais diversos tipos de aparelhos utilizados na Agricultura de Precisão.

Após conhecer o Monitor Topper 4500, e verificar suas funcionalidades, foi constatado que o CR Campeiro teria algumas ferramentas a agregar ao monitor, com isto, foi solicitado a empresa desenvolvedora do monitor, um exemplar para ser utilizado para testes.

Com o monitor em mão, foram efetuados testes no equipamento, como por exemplo, sistema operacional, recursos de tela, e verificado se o GPS disponibilizava a sentença NMEA. Foi constatado 80% de compatibilidade para o sistema CR Campeiro.

Alguns requisitos como tela não sensível a toque, a impossibilidade de utilizar aplicativos que necessitem instalação, como por exemplo, banco de dados, transmissão de dados via telefonia (GPRS), impossibilitaram os 100% da compatibilidade, porém, restringindo a quantidade de funcionalidades, continua sendo viável o desenvolvimento deste projeto.

Prosseguindo com o projeto, verificou-se as principais necessidades de campo, para isto foi verificado com os alunos do Projeto Aquarius onde se constatou as seguintes necessidades:

- Controle de GPS, podendo ser utilizado a tecnologia RTK;

- Coletar e armazenar coordenadas geográficas e UTM, 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.

A Figura 04, mostra o diagrama mostrando as funcionalidades disponíveis no software, as quais serão demonstradas no decorrer deste capítulo.

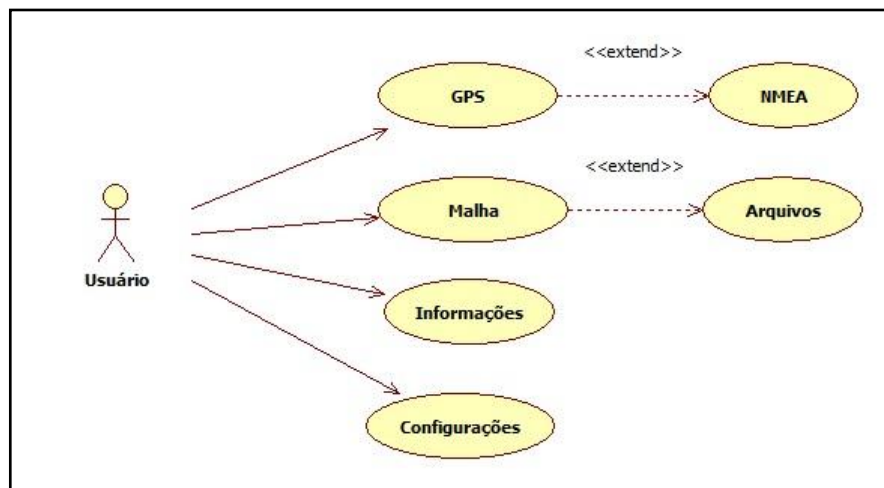


Figura 04 - Diagrama de Caso de Uso do Sistema
Fonte: Arquivo do autor.

O Diagrama de Atividades que é definido pela UML, e representa os fluxos sequencias das atividades do sistema. A Figura 05, demonstra o fluxo principal do sistema, o qual pode-se ter uma visão bem simplificada do sistema. Para facilitar o entendimento do sistema, o fluxo principal foi dividido em dois módulos.

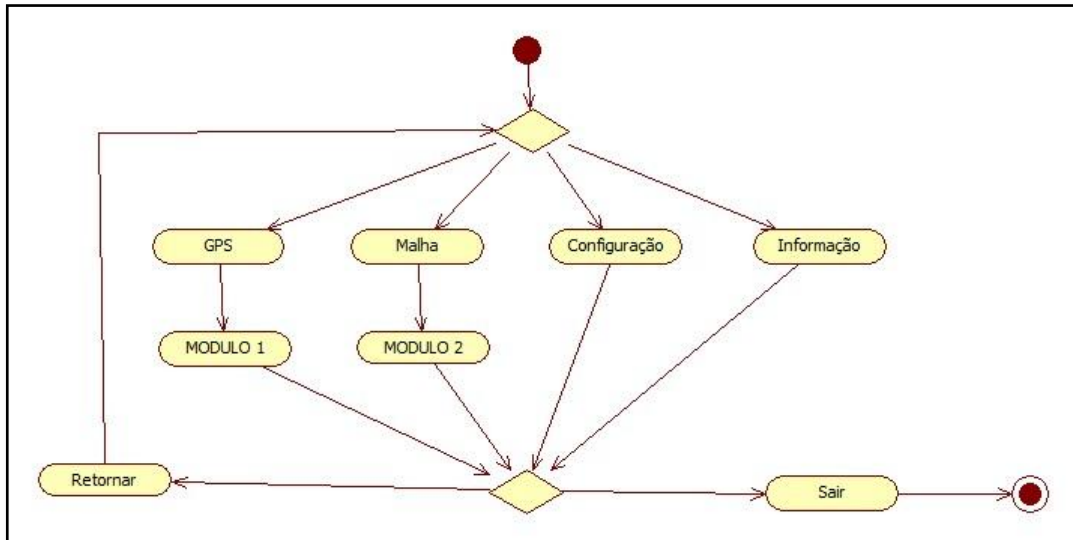


Figura 05 - Diagrama de Atividade - Fluxo Principal do Sistema
Fonte: Arquivo do autor.

No Módulo 1 (um), onde tratamos do item GPS, logo abaixo representado pela Figura 06, é mostrado o diagrama de atividade e o seu fluxo de navegação. O item GPS consiste na recepção *on-line* de dados de posicionamento geográfico tais como latitude, longitude, altitude e visualização do número de satélites presentes no momento, também consta neste item a ferramenta que monitora a velocidade e rumo e acesso a outras funções, como salvar coordenadas (*waitpoints*) e gerar trilhas.

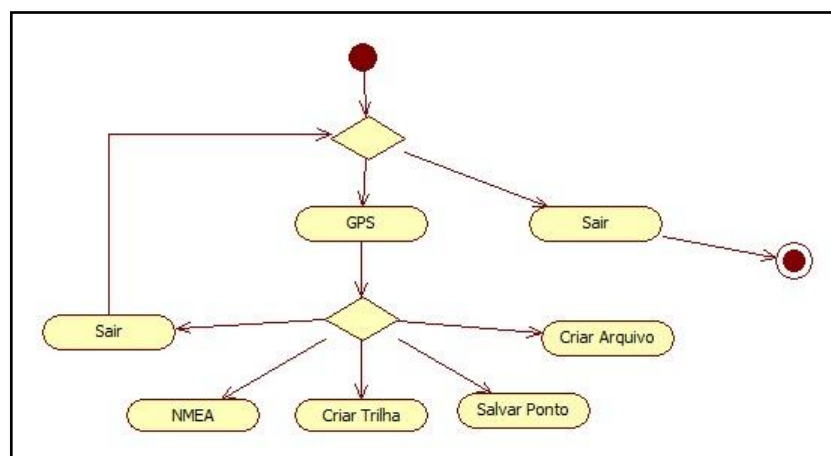


Figura 06 - Diagrama de Atividade - Módulo 1 - GPS
Fonte: Arquivo do autor.

No Módulo 2 (dois), onde é tratado o item MALHA, logo abaixo representado pela Figura 07, que mostra o diagrama de atividade e o seu fluxo de navegação. O item MALHA consiste na geração de malhas de amostragem de solo e visualização de malhas já geradas, assim como navegação em cima das mesmas.

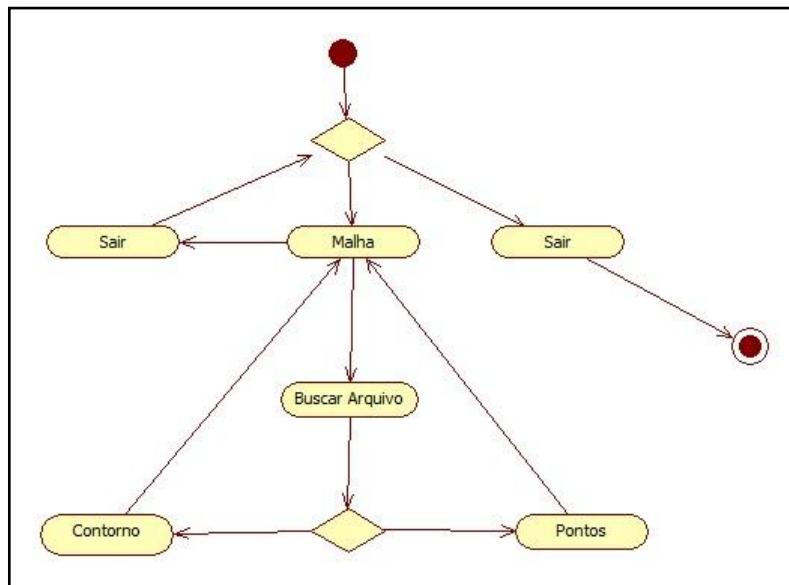


Figura 07 - Diagrama de Atividade - Módulo 2 - MALHA
Fonte: Arquivo do autor.

3.2 Desenvolvimento do *software*

Estando definido as funcionalidades do *software*, cabe agora o desenvolvimento do programa propriamente dito. Para desenvolvimento do programa usou-se a ferramenta Microsoft Visual Studio 2008, a qual o Laboratório de Geomática já possui licença de utilização.

Utilizando o CR Campeiro Móvel (Geoagrícola) como referência, desenvolveu-se uma ferramenta prática e de fácil utilização, visto que o monitor não possuía o recurso de toque na tela e possui apenas alguns botões, o qual não será possível ter uma integração 100%.

A Figura 08 demonstra a tela inicial do programa, o qual possui cinco botões, o primeiro, com a descrição "GPS", utilizado para mostrar as coordenadas, marcar pontos ou para gerar contornos. O segundo botão, com a descrição "Malha", utilizado para gerar malhas de amostragem e navegação sobre a mesma, o terceiro botão com descrição "Info", para mostrar as informações do *software*, o quarto botão para entrar na configuração do programa e o quinto botão, descrito "Sair", para sair do sistema e voltar para o sistema operacional do dispositivo.



Figura 08 - Tela Inicial do Software
Fonte: Arquivo do autor.

Ao clicar no primeiro botão, "GPS", será mostrado a tela do sistema, "Conexão GPS", o qual está representado pela Figura 09. Esta tela mostra as coordenadas geográficas no elipsoide de referencia WGS 84, e os dados para armazenamento de coordenadas.

Figura 09 - Conexão GPS
Fonte: Arquivo do autor.

Na primeira parte desta tela, "Conexão GPS", tem o espaço "Coordenadas Geográficas - WGS 84", conforme Figura 10, onde possui os seguintes campos:

Latitude: Coordenada geográfica de Latitude;

Longitude: Coordenada geográfica de Longitude;

Altitude: Coordenada geográfica de Altitude;

N: Coordenada UTM de Latitude;

E: Coordenada UTM de Longitude;

Nº de Satélites: Traz o número de satélites que está encontrando.

Figura 10 - Conexão GPS - Coordenadas Geográficas - WGS 84
Fonte: Arquivo do autor.

Na segunda parte da Tela de "Conexão GPS", conforme Figura 11, possui o espaço Registro de Dados, onde é possível configurar o programa para armazenar um ponto (uma coordenada geográfica) ou vários (uma trilha). Caso seja vários pontos, pode ser marcado manual, um a um, ou programa-lo para marcar automaticamente, conforme configurado no campo "Trilha: Intervalo".

Este espaço possui os seguintes campos:

Status: Em caso de trilha, mostra se está ativo ou desativado;

Arquivo: Nome do arquivo que será salvo no monitor, contendo os pontos;

Ponto Código: Nome para o ponto salvo;

Trilha: Intervalo: Intervalo (em segundos) para salvar automaticamente os pontos, em caso de uma trilha ou contorno;

Área: (ha) Mostra a área formada, em hectares;

Distância: (m) Mostra a distância já percorrida em caso de trilha;

Velocidade: Mostra a velocidade do deslocamento com o GPS;

Azimuth: Mostra o caminho, direção.

Rumo: Informa o rumo que está sendo direcionado.

Figura 11 - Conexão GPS - Registro de Dados
Fonte: Arquivo do autor.

Na tela Conexão GPS, possui ainda quatro botões, os quais serão discriminados abaixo:

NMEA: Abre a Tela Sentença NMEA;

Criar: Serve para criar o arquivo que será salvo os pontos ou a trilha;

Salvar: Consiste em registrar a posição planimétrica atual, de forma sequencial em um arquivo texto criado pelo usuário, conforme o campo "Arquivo". A esta posição poderá agregar um código identificador do ponto, conforme o campo "Ponto. Codigo", se o mesmo não for especificado, o código assumido será "XXX";

Ativar / Desativar: Caso deseje gerar uma trilha, ou seja, que o sistema salve automaticamente os pontos, conforme tempo estipulado no campo Intervalo, após ativado, o mesmo botão serve para terminar a coleta dos pontos;

Sair: Volta para a Tela Inicial do programa.

Ao selecionar o botão "NMEA", ele irá mostra a tela "Sentença NMEA", conforme Figura 12, onde possui um quadrado branco, que irá mostrar a sentença e quatro botões, discriminados abaixo:

Sair: Volta para a tela conexão GPS;

Mostrar: Inicia mostrar a sentença NMEA no quadrado branco;

Parar: Para de carregar a sentença no quadrado branco;

Limpar: Limpa a sentença NMEA que está no quadrado branco.

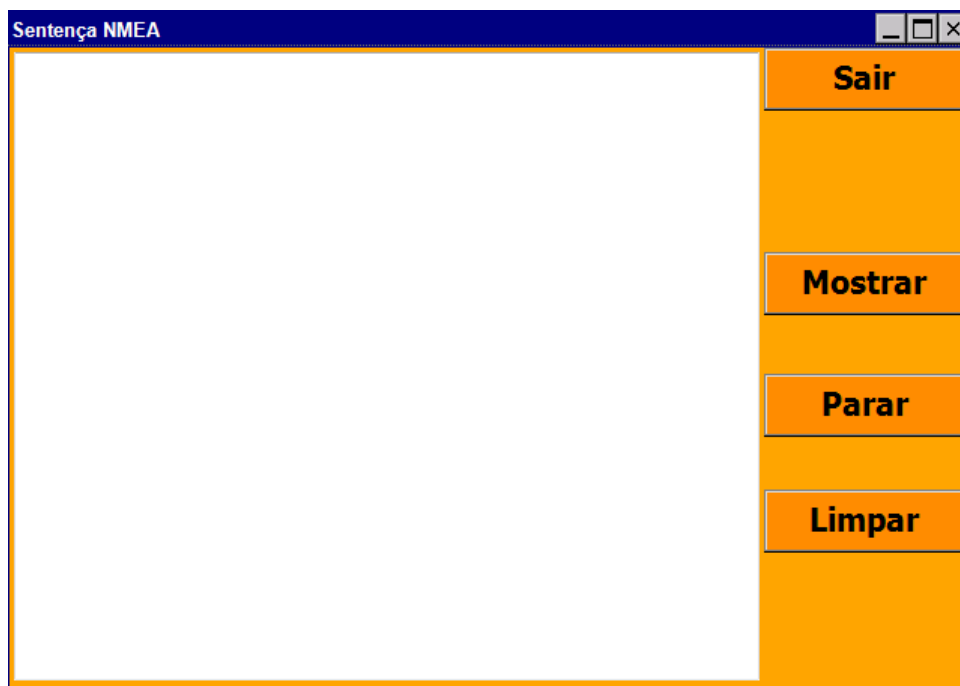


Figura 12 - Sentença NMEA
Fonte: Arquivo do autor.

Voltando a "Tela Inicial" do sistema, ao selecionar o botão "MALHA", será mostrado a tela "Agricultura de Precisão", conforme Figura 13, que contém um quadrado branco, que irá montar a malha sobre o contorno do talhão que está com os pontos salvos dentro do arquivo, que é selecionado a partir do botão "Arquivos".

Esta tela possui um campo chamado "Área da Grade", onde pode ser configurado o tamanho da malha. Nesta tela possui cinco botões descritos abaixo:

Sair: Volta para a tela Inicial do Sistema;

Arquivos: Mostrar a tela "Arquivos de Coordenadas";

Calc. Malha: O botão Calcular Malha, serve para gerar a malha, conforme tamanho estipulado no campo "Área da Grade" e Calcula a Área, Distancia, Rumo, Az, Mapa e GPS.

Salvar PtsM: Salvar o ponto atual.

GPS-Ativar: Ativa o GPS e mostra sua posição no mapa.

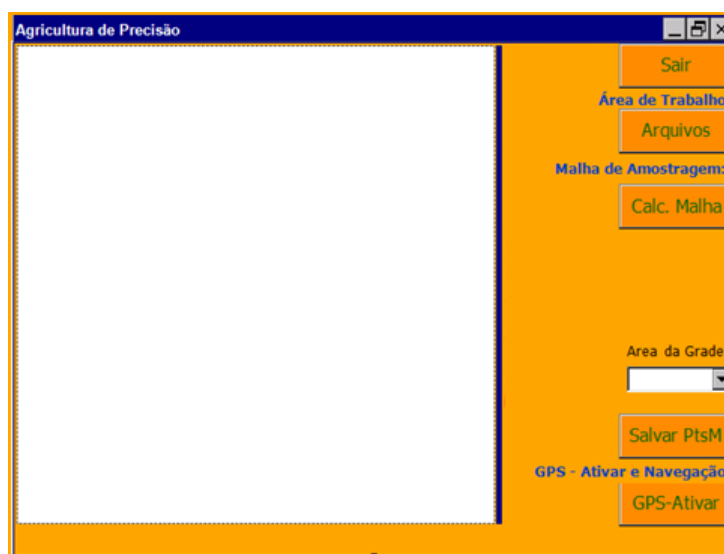


Figura 13 - Agricultura de Precisão
Fonte: Arquivo do autor.

Ao clicar no botão "Arquivos" irá abrir uma tela a tela "Arquivos de Coordenadas", conforme Figura 14, onde possui uma tela com um quadrado branco, onde será mostrado os arquivos salvos dentro monitor.

Esta tela possui a opção de três botões, discriminados abaixo:

Sair: Volta para a tela Agricultura de Precisão;

Contorno: Retorna o arquivo em linhas, para tela Agricultura de Precisão;

Pontos: Retorna o arquivo em pontos, para tela Agricultura de Precisão.



Figura 14 - Arquivos de Coordenadas
Fonte: Arquivo do autor.

Ao clicar no botão "Info" na Tela Inicial do sistema, irá abrir a tela "Informações do Aplicativo", conforme Figura 15, onde possui os dados da equipe que desenvolveu o sistema, assim como os dados de contato.



Figura 15 - Informações do Aplicativo
Fonte: Arquivo do autor.

Ao clicar no botão "Config" na Tela Inicial irá abrir a tela "Configuração do Sistema", conforme Figura 16, onde é possível configurar a aplicação. Esta tela possui os seguintes campos:

Espessura de Linha: Especifica a espessura do contorno no mapa;

Raio Pontos e GPS: Especifica o tamanho do ponto no mapa;

Cor Linha / Pontos: Determina a cor para o contorno no mapa;

Cor Ponto de GPS: Determina a cor para a localização do ponto no mapa;

Botão Sair: Salva as configurações e volta para a tela Agricultura de Precisão.

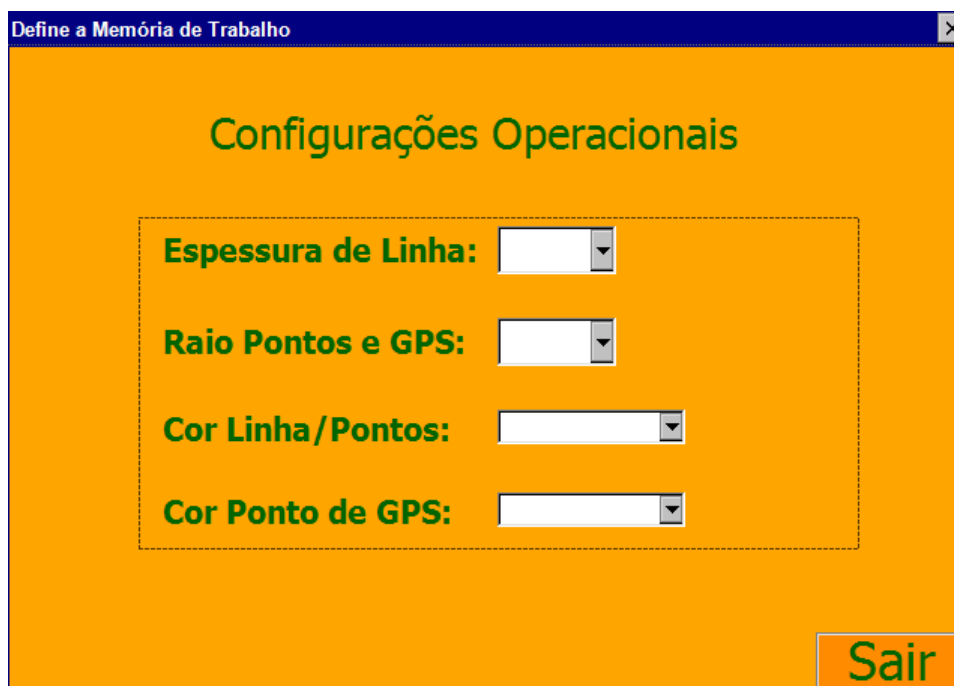


Figura 16 - Configuração do Sistema
Fonte: Arquivo do autor.

3.3 Testes no Aplicativo

Durante o desenvolvimento do *software*, vários testes foram realizados no controlador, juntamente com o aplicativo em desenvolvimento. Muitos destes testes foram executados pelos acadêmicos do Projeto Aquarius.

Em fase terminal de desenvolvimento, foi efetuado um teste com finalidade de testar o receptor GPS TOPPER 4500 da Stara, sem a utilização do recurso de pós-processamento ou a utilização da correção em tempo real (RTK), realizando coletas de dados no dia 28/06/2012, qual foi um dia com sol, sem nuvens e em uma área plana da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria - RS, alguns pontos em campo aberto e outros pontos com alguns obstáculos. Esta área está localizada na Zona UTM 51, e possui 46,39 ha, conforme medida baseada sobre os pontos georreferenciados.

Para a realização desta pesquisa foi percorrido cinco vezes o contorno da área. Em cada volta, foram coletados 12 pontos-chaves, conforme Figura 17, para comparação entre os pontos coletados pelo receptor com os marcos

georreferenciados da UFSM, os quais suas coordenadas, foram retirados do site <http://www.politecnico.ufsm.br/geomatica/utm.pdf> e estão relatadas na Tabela 1.

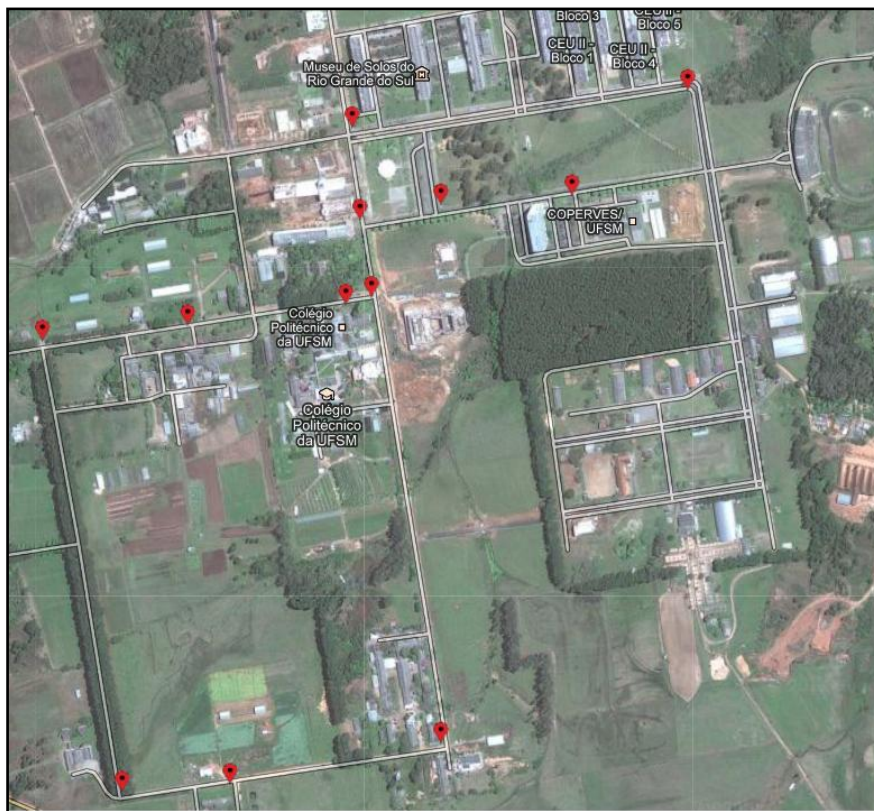


Figura 17 - Pontos georreferenciados na UFSM

Fonte: Arquivo do autor.

Tab. 1 - Localização dos Marcos da UFSM

<i>Marco</i>	<i>Localização</i>	<i>Coordenada N</i>	<i>Coordenada E</i>
M007	Esquina da CEU da pós-graduação	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>.

Para garantir a coleta dos dados, os testes foram realizados de duas em duas horas, percorrendo assim todo o dia, começando a primeira coleta as 08hs. A segunda coleta iniciando as 10hs, a terceira coleta iniciando as 12hs. A quarta coleta iniciando as 14hs e a última coleta iniciando as 16hs. O tempo médio de permanência em cima do ponto desejado foi em torno de 15 segundos para atualização das coordenadas e/ou até captar no mínimo 7 satélites, e só após era coletado o ponto.

O Topper teve uma variação de 0,34m a 5,46m de erro dos pontos analisados, o qual gerou uma média de 1,66m de erro no cálculo de distância entre os pontos. A Tabela 2 mostra a distância de cada ponto coletado comparado com o marco georreferenciados.

Tab. 2 - Distâncias dos pontos por coleta

Pontos / Horário	Dist. - 08h	Dist. - 10h	Dist. - 12h	Dist. - 14h	Dist. - 16h	Médias (m)
M007	0,59	0,42	3,25	2,23	1,44	1,58
M030	1,54	3,51	0,90	1,75	2,19	1,98
M037	1,04	0,97	3,26	0,50	2,13	1,58
M029	0,89	1,48	0,91	0,76	0,87	0,98
M020	2,06	0,79	0,62	0,61	1,83	1,18
M021	0,79	0,77	0,41	2,53	0,34	0,97
M024	1,11	0,59	3,82	2,42	0,82	1,75
M025	0,73	0,90	2,63	0,38	0,98	1,12
M027	2,05	0,58	2,38	0,98	1,83	1,56
M036	0,73	0,84	3,83	1,78	2,90	2,02
M014	1,91	1,01	1,61	3,85	1,15	1,91
M006	2,69	1,45	5,46	3,32	3,67	3,32
Médias	1,35	1,11	2,42	1,76	1,68	1,66

Fonte: Arquivo do autor.

Este modelo ainda gerou uma média absoluta de 0,387% de erro, chegando a um erro de quase de 1800m² da área coletada. A Tabela 3 demonstra os dados de cada coleta e a área total gerado por cada coleta.

Tab. 3 - Áreas (ha) estimadas

Coleta (hs)	Área	%
1ª Coleta - 08h	46,26	- 0,280
2ª Coleta - 10h	46,27	- 0,258
3ª Coleta - 12h	46,87	+ 1,034
4ª Coleta - 14h	46,27	- 0,258
5ª Coleta - 16h	46,34	- 0,107
Tamanho Real	46,39	-

Fonte: Arquivo do autor.

A Figura 18, mostra o controlador Topper com o aplicativo CR Campeiro com a área coletada, gerando um malha de amostragem (grid) com uma área de 1,5ha.

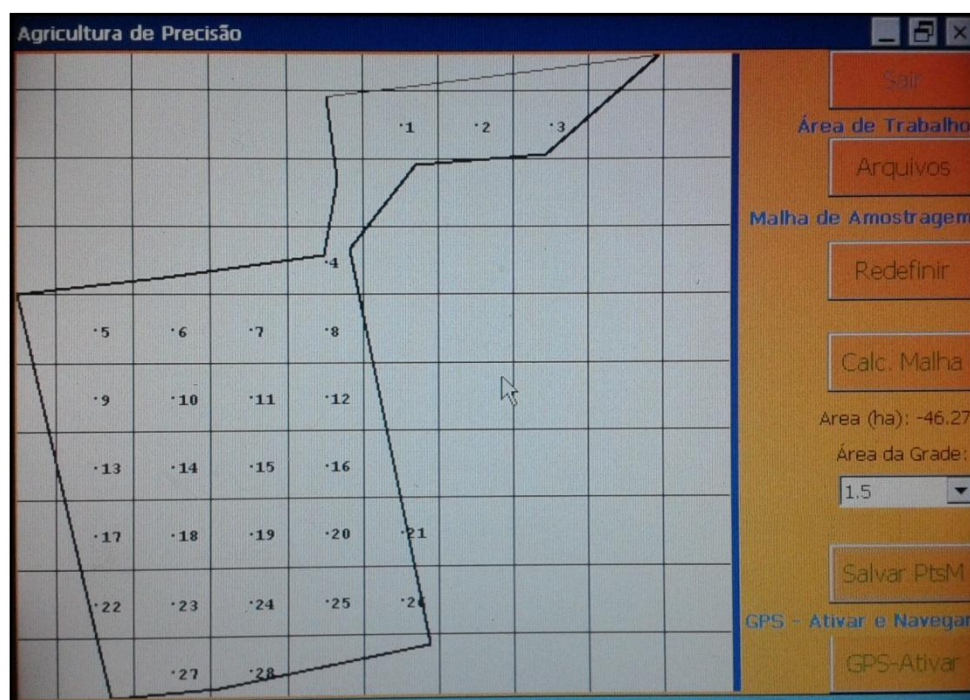


Figura 18 - Grid de amostragem da área do teste
Fonte: Arquivo do autor.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pode-se concluir que o sistema aqui apresentado, utilizado em um controlador já adquirido pelos agricultores, com GPS integrado tem as mesmas funções de auxílio a técnicos que atuam no planejamento, consultoria e assistência técnica no meio rural no registro de pontos e trilhas.

Este caso de teste em seu funcionamento gera um arquivo .txt com dados referentes aos pontos ou trilhas conforme necessidade do usuário ou poderá ser utilizado mais tarde pelo usuário. Sendo assim, mostrou-se que é possível utilizar Sistemas de Informações Geográficas em um dispositivo móvel, possibilitando uma maior agilidade no processamentos das informações e beneficiando assim o meio rural.

No caso do sistema desenvolvido, algumas limitações da plataforma adotada, impuseram uma nova forma de modelagem, como as referentes à sensibilidade ao toque da tela, que limitam alguns recursos e a criação de uma interface mais amigável para o sistema e, principalmente, a falta de comunicação de dados sem fio, impedindo que outros recursos sejam instalados no controlador.

Mostrou-se que é possível utilizar este software na Agricultura de Precisão, para coleta de pontos e geração de malha de amostragem, de uma maneira prática, fácil, utilizando tecnologias já adquiridas pelos agricultores, e sendo possível a comunicação com o CR Campeiro 7.

Futuramente pode-se-á migrar da plataforma do Windows Mobile para o Sistema Operacional Android, que hoje está se tornando líder de mercado em *Smartphones* e principalmente em *Tablet*. Assim poderá 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 via telefonia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, E. O., **Sistemas de Informação – O uso consciente da tecnologia para o gerenciamento** – São Paulo/SP, Editora Saraiva – 2006.

BOEMO, D. **Desenvolvimento de sistemas computacionais móveis, integrados a receptores GPS Bluetooth, aplicáveis a gestão rural e urbana.** 79 f. Monografia (Mestrado em Geomática) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.

BORGES, Maurício P. Júnior, **Aplicativos Móveis.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna LTDA. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura de Precisão** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. - Brasília: Mapa/ACS, 2011.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Modelagem de dados em Geoprocessamento. In: **Sistemas de Informações Geográficas – Aplicações na Agricultura.** Brasília: EMBRAPA – SPI / EMBRAPA – CPAC, 1998.

DEITEL, H. M. **C# Como Programar.** São Paulo: Pearson Makron Books, 2003.

FITZ, P. R., **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina dos Textos, 2008.

FOX, D. **Building solutions with the Microsoft .NET Compact Framework: architecture and best practices for mobile development.** Boston: Pearson Education, 2003.

FRAISSE, Clyde de W. **Introdução à Agricultura de Precisão – GIS Brasil 98 USDA.** Agricultural Research Service Missori: Columbia, EUA, 1998.

GALVIN, D. **Protótipo de sistema de CRM para dispositivos móveis utilizando a tecnologia .NET**. 2004. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004

GIOTTO, E. **EAD Sistema CR Campeiro 7 - Introdução a Agricultura de Precisão** Santa Maria : UFSM / Laboratório de Geomática, 2008. Disponível em: <http://www.crcampeiro.net/moodle/SEMANA5/ead_intro_ap_parte1.pdf> Acesso em: 23 set. 2012.

GIOTTO, E. **Agricultura de precisão : estruturação de mapas de produtividade a partir de arquivos de produção em formato texto (CSV)**. Santa Maria : UFSM / Laboratório de Geomática, 2008. Disponível em: <<http://www.crcampeiro.net/moodle/SEMANA10/1%20-%20Estruturação%20de%20Mapas%20de%20Produtividade.pdf>> Acessado em: 23 set. 2012.

GIOTTO, E. **EAD CR CAMPEIRO 7 - Visão Geral do Sistema**. Santa Maria : UFSM / Laboratório de Geomática, 2008. Site: <<http://www.crcampeiro.net/moodle/mod/page/view.php?id=3>>. Acessado em: 23 set. 2012.

HALVORSON, M. **Microsoft Visual Basic 2005: passo a passo**. Tradução Edson Furmankiewicz, Sandra Figueiredo. Porto Alegre: Bookman, 2006.

LOUREIRO, A. A .F. et al. **Comunicação sem fio e Computação Móvel: Tecnologias, Desafios e Oportunidades**. In.: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA COMPUTAÇÃO, 2003, Campinas. Anais... Campinas, 2003.

MATEUS, G. R; LOUREIRO, A. A. F. **Introdução à Computação Móvel**. Rio de Janeiro: Ed. da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

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

MOLIN, J. P. **Utilização de GPS em Agricultura de Precisão. Engenharia Agrícola, v 2 n 3 , p. 51 – 55 , 1998.**

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

NOGUEIRA, R. E., **CARTOGRAFIA – Representação, comunicação e Visualização de Dados Espaciais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

SIQUEIRA, José R., **Programação do Pocket PC com eMbedded Visual Basic**. São Paulo: Novatec Editora., 2005.

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

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