

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE  
GEOPROCESSAMENTO E TECNOLOGIA MÓVEL  
APLICADOS À AGRICULTURA DE PRECISÃO**

**TESE DE DOUTORADO**

**Daniel Boemo**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE  
GEOPROCESSAMENTO E TECNOLOGIA MÓVEL  
APLICADOS À AGRICULTURA DE PRECISÃO**

**por**

**Daniel Boemo**

Tese defendida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Agrícola, Área de Concentração em Mecanização Agrícola, da  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para  
obtenção do grau de

**Doutor em Engenharia Agrícola**

**Orientador: Prof. Dr. Telmo Jorge Carneiro Amado**

**Santa Maria, RS - Brasil**

**2011**

### Ficha catalográfica

B671d Boemo, Daniel

Desenvolvimento de sistemas de geoprocessamento e tecnologia móvel aplicados à agricultura de precisão / por Daniel Boemo, - 2011.  
117 f. : 30cm.

Tese (doutorado) — Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria, RS - 2011.  
"Orientação: Prof. Dr. Telmo Jorge Carneiro Amado, Engenharia Agrícola".

1. SRTM. 2. ASTER. 3. MDT. 4. Smarthphone. 5. CR Campeiro.  
I. Título.

CDU: 631.6:004

Catálogo na Fonte:

Bibliotecário: Fernando Scheid - CRB 10/1909

---

© 2011

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

Endereço. Eletrônico: [danielboemo@yahoo.com](mailto:danielboemo@yahoo.com)

---

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE  
GEOPROCESSAMENTO E TECNOLOGIA MÓVEL  
APLICADOS À AGRICULTURA DE PRECISÃO**

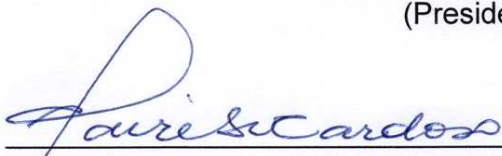
elaborada por  
**Daniel Boemo**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Engenharia Agrícola**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**



**Telmo Jorge Carneiro Amado, Dr.**  
(Presidente/Orientador)



**Claire Delfini Viana Cardoso, Dra. (UFSM)**



**Elódio Sebem, Dr. (UFSM)**



**Jackson E. Fiorin, Dr. Pesq. FUNDACEP,  
Prof. UNICRUZ**



**Marcelino João Knob, Dr (IFFarroupilha)**

Santa Maria, 16 de abril de 2011.

A imaginação é mais importante que a ciência,  
porque a ciência é limitada,  
ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro.

Albert Einstein

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por iluminar-me nesta longa caminhada.

À Universidade Federal de Santa Maria, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), pela oportunidade de aperfeiçoamento.

Ao Prof. Dr. Telmo Jorge Carneiro Amado pela oportunidade concedida, sabedoria transmitida, amizade e confiança na orientação deste trabalho.

A Prof. Dra. Claire Delfini Viana Cardoso, pelas contribuições na ocasião do exame de qualificação e por seu carinho e atenção dadas nos momentos difíceis.

Ao Prof. Dr. Enio Giotto, meu mestre e amigo a quem sempre devo a gratidão de muitas vitórias que obtive nestes últimos anos.

Aos Professores membros da banca examinadora, Dr. Elódio Sebem, Dra. Claire Delfini Viana Cardoso, Dr. Marcelino João Knob, Jackson Ernani Fiorin (UFSM) pelas valiosas contribuições.

A todos os Professores do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos funcionários Estevão, André, Wanderley, meu agradecimento pelo auxílio e amizade.

Aos meus pais Maci e Neuza, a quem eu nunca esgotaria palavras de agradecimentos e irmãos Rafael e Rossana, pelo amor, carinho e atenção.

À minha amada esposa Daiane pelo incentivo diário em busca desta conquista e pelo constante carinho e companheirismo, essencial em todos os momentos.

Ao meu sogro Jorge Zambelli e Minha sogra Carmem Regina, pela torcida no alcance desta meta de vida.

Aos amigos Fábio, Gustavo, Leonice, Patric, Rose. Pelos laços de amizade criados neste período. Sempre lembrarei de todos.

A todos os meus amigos que fazem parte da minha vida, que torceram por esta conquista.

Enfim, a todos aqueles que, de uma forma ou outra, colaboraram no decorrer desta longa jornada.

Obrigado.

# RESUMO

Tese de Doutorado

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

Universidade Federal de Santa Maria

## DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE GEOPROCESSAMENTO E TECNOLOGIA MÓVEL APLICADOS À AGRICULTURA DE PRECISÃO

Autor: Daniel Boemo

Orientador: Telmo Jorge Carneiro Amado

Santa Maria, 16 de abril de 2011.

Sendo a informação um dos bens mais importantes para o desenvolvimento das várias áreas do conhecimento nos mais variados setores de nossa sociedade e sabendo-se que nos últimos anos, com o surgimento de novas tecnologias e fontes de dados disponibilizados gratuitamente na internet, e também aliados a isto, uma oferta dos mais variados meios de comunicação em uma grande nuvem que hoje todos conhecemos por WEB. Serão mostradas duas soluções que foram desenvolvidas para o sistema CR Campeiro 7, ligadas à agricultura de precisão. Uma delas é um módulo de sistema computacional em que a principal funcionalidade é extrair MDT's a partir de imagens SRTM de resolução 90 m e ASTER de resolução 30 m, e prover dados para a estruturação destes modelos, altimétricos e posteriormente de declividade, em padrões de arquivos utilizados em SIG's principalmente ligados a agricultura. A proposta desta ferramenta é agilizar a aquisição destes dados e proporcionar métodos mais simples para realizar a estruturação dos modelos e dar condições de realizar o cruzamento destes modelos com outros tipos de dados, como os de produção de grãos. O outro sistema computacional foi implementado com tecnologias móveis para o levantamento e tratamento de dados ligados as atividades feitas a campo *in loco*. Este sistema além de realizar a coleta e tratamento de dados GPS em tempo real, foi desenvolvido para agilizar processos, funcionando em dispositivos smartphome, devido ao fato de possuir características de um computador portátil. O sistema foi criado para encurtar o tempo entre a coleta, o processamento e a análise, e também para disponibilizar os resultados de forma mais rápida, proporcionando métodos alternativos de processamento das informações utilizando recursos remotos. Proporciona também o rastreamento, em tempo real, de tarefas feitas a campo, como o monitoramento de atividades exercidas por um trator ou por uma colhedora utilizando serviços de telefonia ou de internet.

**Palavras-chave:** SRTM, ASTER , MDT, Smarthphone, CR Campeiro.



## **ABSTRACT**

Doctor Thesis

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Agrícola  
Universidade Federal de Santa Maria

### **DEVELOPMENT OF GEOPROCESSING SYSTEMS AND MOBILE TECHNOLOGY APPLIED TO PRECISION AGRICULTURE.**

Author: Daniel Boemo

Adviser: Telmo Jorge Carneiro Amado

Santa Maria, April, 16th, 2011.

Being information most important one assets for the development of several areas of knowledge in various sectors of our society and knowing that in recent years with the emergence of new technologies and data sources available for free on the Internet, and also allies this, offering a wide variety of media in a big cloud that today we all know by WEB. Will be shown two solutions that were developed for the CR system Campeiro 7, related to precision farming. One is a module of computer system in which the main function is to extract MDT's from SRTM images of 90m and ASTER images 30 m resolution, and provide data for the structuring of these models, altimetric and slope on files patterns used for GIS mainly linked to agriculture. The purpose of this tool is to facilitate the acquisition of these data and provide simpler methods to accomplish the adjustment of the models and give conditions to perform the comparison of these models with other data types, such as grain production. The other computer system was implemented with mobile technologies for the removal and processing of data related to field activities done on the spot. This system in addition to performing the collection and processing of GPS data in real time, is designed to streamline processes, running on smartphone devices, due to the fact that it possesses features of a laptop. The system was created to shorten the time between the collection, processing and analysis, and also to provide results more quickly, providing alternative methods of information processing using remote resources. It also provides trace real-time, task done in the field, such as monitoring activities carried by a tractor or a combine using telephone services or Internet.

**Keywords:** SRTM, ASTER, MDT, Smarthphone, CR Campeiro.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo de uma superfície em curvas de nível.....	29
Figura 2 - Modelo de uma superfície gerada por uma grade regular.....	30
Figura 3 - Exemplos de grades triangulares. (a) Vista superior,(b) Vista em perspectiva.....	31
Figura 4 - Ônibus espacial Endeavour acoplado ao radar IFSAR. ....	32
Figura 5 - Imagens (a) Satélite Terra, (b) Sensor ASTER. ....	34
Figura 6 - Princípio básico do método DGPS.....	36
Figura 7 - Estrutura de funcionamento do RTK.....	38
Figura 8 - Convergência da computação e comunicação para a internet móvel.....	40
Figura 9 - Plataforma .NET.....	40
Figura 10 - Smartphone LG GM750 com Windows Mobile 6.5.....	43
Figura 11 - Estrutura do .NET Framework.....	45
Figura 12 - Web service.....	47
Figura 13 - Exemplo de arquivo XML.....	49
Figura 14 - Modelo de estrutura da chamada de métodos entre servidores.....	50
Figura 15 - Fases do processo de modelagem de sistemas de informação.....	53
Figura 16 - Metadados Geotiff.....	63
Figura 17 - Visualizar imagem base.....	64
Figura 18 - Padrões de cores e classes altimétricas.....	64
Figura 19 - Imagem base de classes de altimetria.....	65
Figura 20 - Recuperação de Talhão para sobreposição na imagem base.....	66
Figura 21 - Talhão sobreposto na imagem base.....	67
Figura 22- Sobreposição de arquivos de contorno.....	67
Figura 23 - Formatos de arquivos, seleção grades AP(.TXT).....	68
Figura 24 - Geração do Modelo de Altimetria e do Modelo de Declividades.As figuras e apresentam a visualização destes modelos.....	69
Figura 25 - Tela principal da função de visualização 3D.....	70
Figura 26 -Tela de visualização de mapas 3D.....	71
Figura 27- Exibição de mapas 3D. (a) formato sólido, (b) malha triangular e (c) malha de pontos.....	71
Figura 28 - Cruzamentos dos MDT's de altitude, (a) MDT de Altitude SRTM (b) MDT Altitude SRTM X Produção Soja (c).....	72
Figura 29 - Cruzamentos dos MDT's de altitude, (a) MDT de Altitude RTK (b) MDT Altitude RTK X Produção Soja (c)	72

Figura 30 - Tela inicial do sistema móvel.....	75
Figura 31 - Tela GPS.....	76
Figura 32 - Tela navegação.....	76
Figura 33 - Tela de transmissão.....	77
Figura 34 - Tela de transmissão online.....	78
Figura 35 - Tela do navegador.....	78
Figura 36 - Módulo responsável pela recepção e transmissão de dados do sistemacampeiro.....	79
Figura 37 - Módulo responsável pela recepção e transmissão de dados do sistemacampeiro.....	80
Figura 38 - Navegação e Comunicação com Servidor WEB.....	81
Figura 39 - Conexão com Servidor WEB.....	81
Figura 40 - Posicionamento com o GPS.....	82
Figura 41 - Posicionamento em uma imagem georreferenciada (GeoTIFF).....	83
Figura 43 - Impressão do mapa de rastreamento com GPS online.....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Bandas que constituem o ASTER.....	33
---	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Formatação de arquivo de exportação altimétrica AP.....	62
Quadro 2 - Características das imagens SRTM.....	63

## LISTA DE REDUÇÕES

3D	Três Dimensões
AP	Agricultura de precisão
ASTER	<i>Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer</i>
CLR	<i>Common Language Runtime</i>
CLS	<i>Common Language Specification</i>
DGPS	Diferencial GPS
ECMA	<i>European Computer Manufacturers Association</i>
EUA	Estados Unidos da América
FCL	<i>Framework Class Library</i>
GB	Giga Bytes
GHz	Giga Hertz
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IFSAR	<i>Interferometric Synthetic Aperture Radar</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital do Terreno
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MSIL	<i>Microsoft Intermediante Language</i>
NMEA	<i>National Marine Electronics Association</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
RTCM	<i>Radio Technical Commission for Maritime Services</i>
RTK	<i>Real-Time Kinematic</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
S/A	<i>Selective Availability</i>
SD	<i>Secure Digital</i>
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SGML	<i>Standard Generalized Markup Language</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
TIN	<i>Triangular Irregular Network</i>
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>

USB	Universal Serial Bus
UTM	<i>Universal Transversal de Mercator</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i>
WGS84	<i>Universal Transversal de Mercator</i>
VRS	<i>Virtual Reference Station</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WEB	Sítios de internet
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO I</b> – Levantamento das funcionalidades dos módulos pretendidos.	98
<b>ANEXO II</b> - Quadros comparativos.de sistemas utilizados na agricultura de precisão.....	104
<b>ANEXO III</b> - Passos para aquisição de imagens SRTM – EMBRAPA.....	107
<b>ANEXO IV</b> - Passos para aquisição de imagens ASTER.....	109
<b>ANEXO V</b> - Informações sobre o formato GeoTIFF.....	115



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
2.1 Objetivo Geral.....	21
2.2 Objetivos específicos.....	22
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Projeto de extensão rural CR Campeiro.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Agricultura de precisão .....</b>	<b>24</b>
3.2.1 Desenvolvimento de sistemas para a agricultura de precisão.....	25
<b>3.3 Representação da superfície topográfica.....</b>	<b>26</b>
3.3.1 Modelo Digital do terreno (MDT).....	27
3.3.1.2 Fontes dos Dados Digitais de Elevação.....	28
3.3.1.3 Modelos de dados.....	28
3.3.1.3.1 Curvas de Nível .....	28
3.3.1.3.2 Grades Regulares.....	29
3.3.1.3.3 Grades triangulares.....	30
<b>3.4 A Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).....</b>	<b>31</b>
<b>3.5 O sensor ASTER.....</b>	<b>33</b>
<b>3.6 Sistema de Posicionamento Global GPS.....</b>	<b>35</b>
3.6.1 Diferencial GPS (DGPS).....	36
3.6.2 Posicionamento relativo cinemático em tempo real.....	37
3.6.2.1 Método RTK.....	38
<b>3.7 Computação móvel na agricultura.....</b>	<b>38</b>
<b>3.8 Internet móvel.....</b>	<b>39</b>
<b>3.9 Dispositivos móveis computacionais.....</b>	<b>41</b>
3.9.1 Vantagens do uso de dispositivos móveis computacionais.....	42
3.9.2 Smartphones.....	43
<b>3.10 GPRS.....</b>	<b>44</b>
<b>3.11 Plataforma .NET.....</b>	<b>44</b>
3.11.1 .NET Framework.....	45
3.11.2 .NET Compact Framework.....	46
<b>3.12 Web Services.....</b>	<b>46</b>
3.12.1 Extensible Markup Language (XML).....	48

3.12.2 O Protocolo SOAP.....	49
<b>3.13 Bancos de Dados e Geoprocessamento.....</b>	<b>51</b>
<b>3.14 Modelagem de sistemas de informação.....</b>	<b>53</b>
3.14.1 Levantamento de requisitos de sistema.....	54
3.14.2 Análise dos requisitos de sistema.....	55
3.14.3 Desenvolvimento do modelo proposto.....	55
3.14.4 Validação.....	56
3.14.5 Disponibilização.....	57
<b>3.15 Desenvolvimento de softwares como um trabalho experimental ..</b>	<b>57</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>59</b>
<b>4.1 Materiais.....</b>	<b>59</b>
4.1.1 Recursos de Software.....	59
4.1.2 Recursos de Hardware.....	59
4.1.3 Outros Materiais.....	60
<b>4.2 Métodos.....</b>	<b>60</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>5.1 Sistema de estruturação de modelos digitais de declividade do terreno do CR Campeiro 7</b>	<b>61</b>
5.2 Operações no Sistema de Geoprocessamento.....	62
5.1.1.2 Acessando uma Imagem SRTM.....	62
5.1.1.3 Seleccionando o talhão da lavoura.....	65
5.1.1.4 Exportando o arquivo da grade de pontos altimétricos.....	68
5.1.2 Operações no Sistema de Agricultura de Precisão.....	69
5.1.3 Visualização 3D.....	70
5.1.4 Cruzamento dos dados resultantes do sistema de estruturação dos modelos digitais.....	71
5.1.5 Discussão sobre Uso de imagens SRTM, ASTER para extração de MDT's	73
<b>5.2 Sistema móvel de agricultura de precisão .....</b>	<b>74</b>
5.2.1 Sistema móvel de comunicação e rastreabilidade.....	75
5.2.2 Acesso ao sistema .....	75
5.2.3 Módulo de transmissão.....	77
5.2.3.1 Transmissão <i>on-line</i> .....	77
5.2.3.2 Transmissão por <i>upload</i> .....	78
5.2.4 Módulo <i>Desktop</i> .....	79

5.2.4.1 Módulo <i>Desktop</i> navegação remota.....	81
5.2.5 Discussão sobre o sistema móvel de comunicação e rastreabilidade..	84
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>86</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A informação é considerada um dos bens mais importantes para o desenvolvimento nas mais variadas áreas do conhecimento, e bem como aos mais diferentes setores de nossa sociedade, visto que nestas últimas décadas, grandes são os fluxos e o surgimento de novas informações e que inúmeros são os meios de comunicação e novas tecnologias que surgem a cada dia.

Dentro desta realidade a agricultura de precisão também necessita cada vez mais de acesso a um grande número de dados o que é possível devido aos avanços obtidos no processamento computacional. O desafio então é transformar dados em informações, isto é, transformar dados em conhecimentos que poderão ser utilizados para tomada de decisões.

É visível que a problemática se refere então à questão de poder gerenciar o conhecimento de forma inteligente, e também de construir meios que possam propiciar o gerenciamento destas e por objetivo final simplificar a utilização para os fins desejados.

Uma tomada de decisão bem fundamentada demanda a consideração de um conjunto cada vez mais abrangente de informações. Para que uma decisão ocorra no momento oportuno o acesso aos dados deve ser feito de maneira rápida, muitas vezes em tempo real, ainda que as fontes estejam distantes e disponíveis em sistemas diferentes.

O dinamismo e a complexidade da AP fazem com que seja necessário integrar diferentes fontes de dados, módulos de software e sistemas de informações completos para entender e gerenciar a complexidade dos processos e a velocidade com que a AP vem evoluindo.

Entretanto, a característica principal da maioria dos sistemas de informação desenvolvidos para o agronegócio é o seu caráter fechado e proprietário, dificultando ou até mesmo impedindo a integração com outros sistemas, sejam eles fonte de dados necessários para a tomada de decisão, sejam eles destino dos dados gerados como resultado do processo de análise e decisão.

Neste trabalho serão demonstrados dois sistemas desenvolvidos no sistema CR Campeiro 7. Um com a funcionalidade de gerar modelos digitais do terreno com base em imagens ASTER e SRTM, levantamentos planialtimétricos ou por

levantamento proveniente de receptores GPS. Todos estes podendo, posteriormente, ser em trabalhos na geração de mapas de altitude, declividade, sendo ainda possível o cruzamento de informações como produtividade, variáveis de solo ou outros tipos de informação.

Outro sistema foi desenvolvido com o uso de tecnologias móveis e de serviços de comunicação WEB com a finalidade de realizar o levantamento de dados e posterior tratamento dos mesmos, de forma espacializada, que irão servir de apoio a áreas relacionadas com a agricultura de precisão.

Este sistema pode realizar processamento em tempo real de algumas tarefas que anteriormente só eram realizadas em modo não síncrono, ou *offline*, usando comunicação entre um servidor WEB um dispositivo *smartphone*, dotado de um receptor GPS, e uma aplicação instalada em uma máquina remota, viabilizando assim maior agilidade em alguns processos.

Possibilita também o rastreamento e acompanhamento de tarefas feitas a campo de forma remota, usando serviços de telefonia ou internet.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Desenvolver módulos computacionais para o sistema CR Campeiro 7 que utilizem técnicas de geoprocessamento ou computação móvel para dar suporte às práticas de agricultura de precisão, disponibilizando assim ferramentas que venham a agilizar os processos e análises relacionados à variabilidade das informações agronômicas.

Um destes sistemas devem ser gerados, a partir de um modelo digital altimétrico, modelos de declividade e disponibilizar mapas que possam ser utilizados no cruzamento de informações agronômicas relacionadas à questão espacial.

Em paralelo, será desenvolvido um sistema móvel que, instalado em *smartphones* dotados de receptores GPS, possa transmitir dados para um servidor ou computador remoto, tanto em tempo real ou não, por enlace GPRS ou por outra tecnologia, podendo ser utilizado em levantamentos a campo.

## 2.2 Objetivos específicos

Para que os produtos gerados apresentem funcionalidade e aplicabilidade, serão necessários os seguintes objetivos específicos:

- Criar rotinas de utilização de imagens SRTM e ASTER, obtidas por sensoriamento remoto, disponíveis gratuitamente na WEB;
- Gerar mapas digitais de altimétricos;
- Gerar mapas digitais de declividade;
- Propiciar uma interface mais simples para que os usuários possam trabalhar com estas fontes de dados;
- Propiciar ao usuário do sistema a possibilidade de exportar os resultados em formatos de arquivos utilizados em outras plataformas;
- Integrar tecnologia de sistemas de informação geográfica ao sistema de móvel de agricultura de precisão do CR Campeiro 7;
- Utilizar tecnologia WEB para acesso remoto das aplicações;
- Disponibilizar uma ferramenta que possa monitorar atividades feitas a campo;

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Projeto de extensão rural CR Campeiro

O sistema CR Campeiro é originário de um projeto de extensão rural da Universidade Federal de Santa Maria, onde a sigla CR significa ciência rural, e tem por objetivo a disponibilização de recursos computacionais para produtores rurais, provendo sistemas constituídos de aplicativos para a área de gestão agropecuária e também para cursos de treinamento e capacitação, os quais sempre são projetados de acordo com a realidade do agronegócio brasileiro.

Ainda neste contexto, visa prover ferramentas informatizadas a técnicos que estão atuando no planejamento, consultoria e assistência técnica ao meio rural, através de sistemas técnicos relativos à suas áreas de formação profissional.

Fornecer instrumentos de gestão para empresas de fomento, integração agropecuária e agroindústrias. Tem como um dos objetivos principais prover acesso a sistemas gerenciais agropecuários para alunos, em vários níveis, em cursos de formação profissional diretamente relacionado à área rural (SANTUCCI, 2008).

Todas as atividades relacionadas ao projeto desenvolveram-se na pesquisa, com a geração de algoritmos computacionais e em estudos de aplicabilidade e eficiência operacional. Participam nesta etapa alunos de pós-graduação, cujos temas de seus trabalhos de conclusão estão relacionados ao desenvolvimento de rotinas para os aplicativos do Sistema de Gestão Agropecuária (SEBEM e BENEDETTI, 2009).

Na extensão, estes *softwares* são disponibilizados as áreas rurais e acadêmicas, através de cursos técnicos e convênios de cooperação. Participam do processo de difusão e transferência tecnológica, alunos de graduação e pós-graduação, que dão acompanhamento e sustentabilidade as operações de suporte e manutenção necessárias ao bom desempenho e credibilidade do sistema. No ensino, o Sistema é utilizado como material didático de diversas disciplinas curriculares em áreas como agricultura de precisão, geoprocessamento e gestão rural.



O CR Campeiro 7 possui um histórico de quinze anos de desenvolvimento e de contínuo aperfeiçoamento de funções e operações sendo assim a base do projeto, aprovando uma estrutura de forma integrada a gestão administrativa, com seus conceitos de despesas e receitas, fluxo de caixa, análises sensíveis, custos de produção, controle de estoques, mão-de-obra etc., com o gerenciamento de rebanho animal (bovinos de corte e leite, suínos e aves) em seus aspectos técnicos como manejo nutricional, manejo sanitário, manejo reprodutivo, produção e rastreabilidade, disponibilizando (SANTUCCI,2008).

Neste contexto, ferramentas de geoprocessamento, topografia, mecanização agrícola, análises de solo, agricultura de precisão, entre outros, que irão auxiliar o aluno , o produtor rural, o técnico e a empresa no alcance de seus objetivos.

### **3.2 Agricultura de Precisão**

Fraisse (1998) define a Agricultura de Precisão como sendo uma técnica de gerenciamento sistêmico que se propõe a otimizar o processo agrícola, permitindo a aplicação de insumos nos locais corretos e nas quantidades requeridas.

Para McBratney et al. (2005), AP pode ser entendida como a gestão localizada ou aplicação variável dos fatores de produção mesmo sendo uma ideia bastante antiga, mas retomada recentemente com o aparecimento da tecnologia GPS. Este tipo de agricultura utiliza, basicamente, ferramentas que permitem gerir a variabilidade espacial e temporal e criar meios de compreensão e controle dos fatores do campo.

Uma das dificuldades da implementação da AP reside no grande volume de informação, resultante da variabilidade espacial e temporal e sua interpretação, para a tomada de decisão em campo, pois o sistema composto de água-solo-planta-atmosfera e os processos físico-químicos e biológicos presentes são complexos, o clima é um fator de grande peso e as incertezas das modelagens devem ser minimizadas para a tomada de decisão.

O conjunto de informação recolhida, convertida em mapas de produção, cartas de solo, e outros produtos e os meios de gestão e decisão como fertilização, drenagem, pulverização, podem ser usados para diferentes fins sendo, no entanto, a

redução dos *inputs*, a maior rentabilidade da exploração e a proteção do meio ambiente, os principais objetivos (JORGE, 2002).

As informações do mapa de rendimento e dos mapas gerados a partir das amostragens realizadas permitem a interpretação e a realização de correlações entre os fatores e a produtividade para verificar a importância de cada um deles, porém, ainda é necessária uma melhor compreensão da correlação entre esses fatores, para que se tenha tomadas de decisão mais acertadas.

Apesar de algumas dificuldades na implementação da agricultura de precisão existem, atualmente, algumas boas razões que têm ajudado a sua divulgação, das quais se destacam:

- Desenvolvimento de tecnologias que tornam possível a gestão das parcelas;
- Constatação que o solo e culturas no interior das parcelas apresentam diferenças;
- Possibilidade de aumentar as receitas e proteger o meio ambiente;
- Melhoria das prestações dos equipamentos agrícolas, pela utilização de meios informáticos;
- Possibilidade de “industrializar” a agricultura, não só pelo aumento da área das explorações, como pelo relacionamento entre os agricultores e fornecedores de bens e serviços;
- Discussão técnica em torno deste assunto;
- Interesse que as empresas que vendem os fatores de produção e as de consultoria, têm tido no desenvolvimento de novos serviços;
- Possibilidade de adquirir dados referentes às explorações;

### 3.2.1 Desenvolvimento de sistemas para a agricultura de precisão

Segundo Stafford (2000), a AP necessita de acesso a um grande número de informações e isto só é possível com os avanços obtidos no processamento computacional. O desafio então é transformar dados em informações, isto é,

transformar dados em conhecimentos que poderão ser utilizados para tomada de decisões.

Murakami (2006) comparou alguns sistemas computacionais existentes, mostrados no anexo II, para AP e concluiu que todos não apresentaram requisitos essenciais para esse gênero de software como:

- Sistemas de suporte a decisão e gerenciamento deveriam ser projetados para atender as necessidades específicas dos produtores;
- Os sistemas deveriam possuir uma interface relativamente simples.
- Métodos simples de usar e métodos automatizados para processamento são necessários.
- Permitir inclusão de novos módulos de acordo com as necessidades dos usuários.
- Capacidade de evolução
- Baixo custo.

### **3.3 Representação da superfície topográfica**

Desde os primórdios o homem sempre necessitou representar o terreno de modo que pudesse nele se orientar e transmitir os conhecimentos adquiridos a outras pessoas. Por muitos séculos, o mapa desenhado manualmente com base no conhecimento empírico foi o principal meio utilizado com esta finalidade.

Com a evolução dos métodos de obtenção do conhecimento sobre o terreno e da tecnologia de impressão permitiu que a representação da superfície topográfica fosse realizada com maior precisão e acurácia. Já no século XX, o advento da computação permitiu o surgimento de vários métodos de representação do terreno com o uso intensivo da computação gráfica e modelos matemáticos (LI et al., 2004).

As tecnologias atuais disponíveis para a obtenção dos dados do terreno e os métodos para a representação e análise da superfície topográfica permitem uma ampla gama de aplicações, ao mesmo tempo em que tornam necessários estudos de novas técnicas de armazenamento e de análise destes dados.

### 3.3.1 Modelo Digital do Terreno (MDT)

As técnicas para a representação altimétrica da superfície terrestre, no passado, limitavam-se ao traçado manual de curvas de nível, muitas vezes por interpolação matemática simples, a partir de levantamentos topográficos, ou por compilação utilizando-se técnicas fotogramétricas (MILLER e LAFLAMME, 1958).

A modelagem digital do terreno é um conceito relativamente novo. Em meados da década de 50, foram iniciados os trabalhos de modelagem numérica da superfície topográfica por um pesquisador do MIT, Charles E. Miller.

Os primeiros Modelos Numéricos do Terreno foram elaborados a partir do levantamento das altitudes em uma grade planimétrica regular utilizando-se técnicas fotogramétricas. Com a evolução da informática, tornou-se mais intenso o uso de computadores na área da cartografia, facilitando e melhorando a representação do terreno a partir de modelos matemáticos bem definidos.

Conforme Pike (2002), a modelagem do terreno pode ser definida como uma técnica de quantificação da superfície física. O MDT é atualmente uma das mais importantes informações usadas para a análise geográfica, sendo uma representação computacional discreta de uma superfície contínua (SANT'ANNA E FREITAS, 2005). A criação de um MDT é o resultado de aquisição e interpolação de uma amostra de pontos para representar o terreno.

Segundo Burrough (1986), o Modelo Digital de Elevação (MDE) é definido como toda representação digital da variação contínua do relevo no espaço, diferenciando o termo MDE, para modelos que contenham somente dados de elevação, do termo MDT, para modelos que podem conter outros atributos que variam no espaço, tais como temperatura ou gravimetria.

Kraak e Ormeling (1996), definem o MDT como usualmente definido como uma representação numérica das características do terreno e o MDE é um caso particular de MDT quando possui somente características altimétricas.

### 3.3.1.2 Fontes dos Dados Digitais de Elevação

Grande parte dos conjuntos de dados digitais de elevação disponíveis atualmente é resultante da captura de dados fotogramétricos. Estas fontes dependem da interpretação estereoscópica de fotografias aéreas ou imagens de satélite. Outros conjuntos de dados podem ser gerados a partir da digitalização de linhas de contorno dos mapas topográficos e pela pesquisa de campo.

O aparecimento de várias novas técnicas de compressão reduziram os requisitos de armazenagem e melhoraram a eficiência computacional (SMITH, 1994). Além disso, encontram-se disponíveis modelos de elevação com malhas de 500m, 100m, 30m, 15m, 10m e 1m de resolução para diferentes partes do globo (HUTCHINSON . et al., 1996).

### 3.3.1.3 Modelos de dados

Um MDT corresponde a um conjunto de pontos do terreno de altitudes conhecidas, uma relação topológica entre eles e um modelo de interpolação e aproximação da superfície (WEIBEL e HELLER, 1991; EL-SHEIMY et al. 2005).

A relação topológica é normalmente fornecida pela estruturação dos dados. Peucker et al. (1979) afirmam que as estruturas mais utilizadas para MDT são a grade regular e a rede triangular irregular (TIN).

El-sheimy et al. (2005), acrescentam as curvas de nível a estas duas estruturas, por considerá-las a forma mais familiar de representação do relevo.

#### 3.3.1.3.1 Curvas de Nível

Na representação computacional, as isolinhas ou curvas de nível são linhas formadas por um conjunto ordenado de pontos  $(x, y, z)$ , conforme figura 1, do espaço tridimensional que têm o mesmo valor de coordenada  $z$ , que pode ser a

altitude ou um valor relacionado ao fenômeno de estudo, como, por exemplo, temperatura (isotermas) ou pressão (isóbaras).

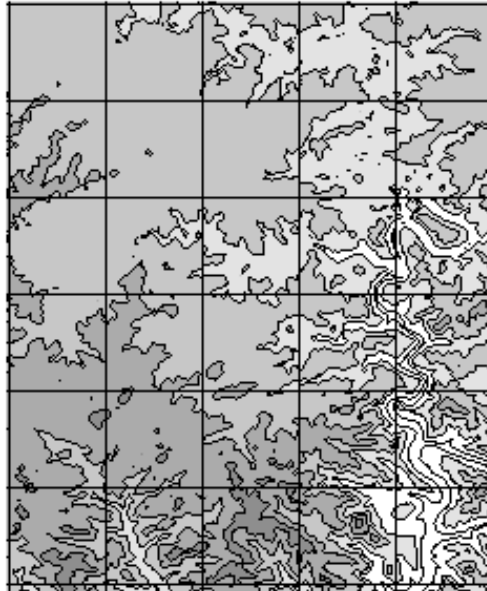


Figura 1 - Modelo de uma superfície em curvas de nível.  
Fonte: Gerado no Sistema CR Campeiro 7.

A acurácia das curvas de nível depende fundamentalmente da fonte de sua geração. Quando são produzidas por métodos fotogramétricos, as curvas de nível são acuradas. Quando são geradas a partir de pontos amostrais, a localização da curva de nível precisa ser obtida por interpolação entre os valores de altitudes conhecidos, com a conseqüente diminuição da acurácia.

#### 3.3.1.3.2 Grades Regulares

A grade regular é uma representação matricial onde cada elemento da matriz está associado a um valor numérico conforme a figura 2. Para a geração da grade torna-se necessário estimar, através de interpoladores matemáticos, os valores para as células que não possuem medidas de elevação, considerando-se a vizinhança de medidas de elevação conhecidas (CÂMARA, 1998).

As técnicas de interpolação para geração de grades regulares a partir de amostras variam de acordo com a grandeza medida. No caso de altimetria, é comum

o uso de funções de ponderação por inverso do quadrado da distância. Já para variáveis geofísicas, técnicas de filtragem bidimensional ou de geoestatística (como a *krigagem*) são utilizados. A figura X ilustra uma superfície em três dimensões de uma grade regular.

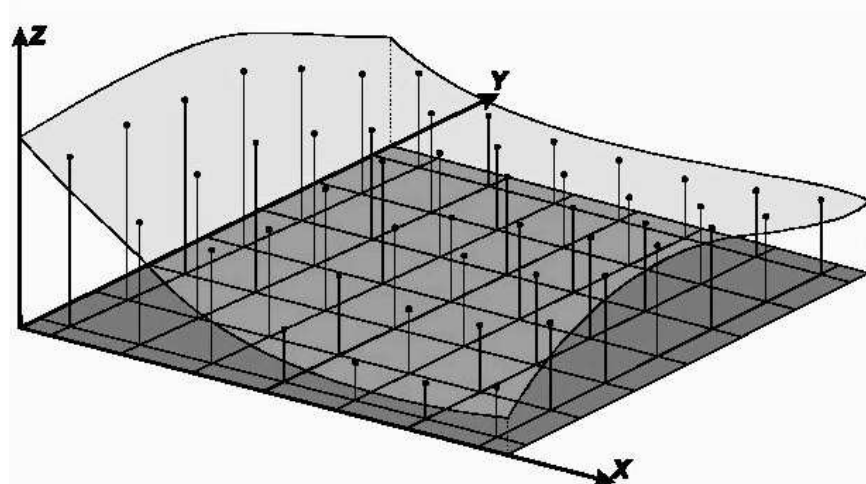


Figura 2 - Modelo de uma superfície gerada por uma grade regular.  
Fonte: Namikawa, 1995 apud Rocha, 2000.

### 3.3.1.3.3 Grades triangulares

Conforme Mourão e Rocha (2001), as grades triangulares ou TIN são estruturas do tipo vetorial, compostas de arcos (arestas) e nós (vértices), que representam a superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Para cada um dos vértices dos triângulos, as coordenadas de localização (X, Y) e o atributo Z são armazenadas, representando um valor qualquer.

Quanto mais equiláteras forem as faces triangulares, maior a exatidão com que se descreve a superfície. O valor numérico, atributo z, para qualquer ponto da superfície é então estimado, com o uso de interpoladores, a partir das faces triangulares.

Devido à complexidade do relevo, este tipo de representação é o mais adequado. A figura 3 (a) demonstra uma grade triangular vista de cima, o que leva a concluir que o grau de detalhamento tenta aproximar a realidade do terreno, e a na figura 3 (b) é mostrado um esboço tridimensional que mais se aproxima das características do terreno.

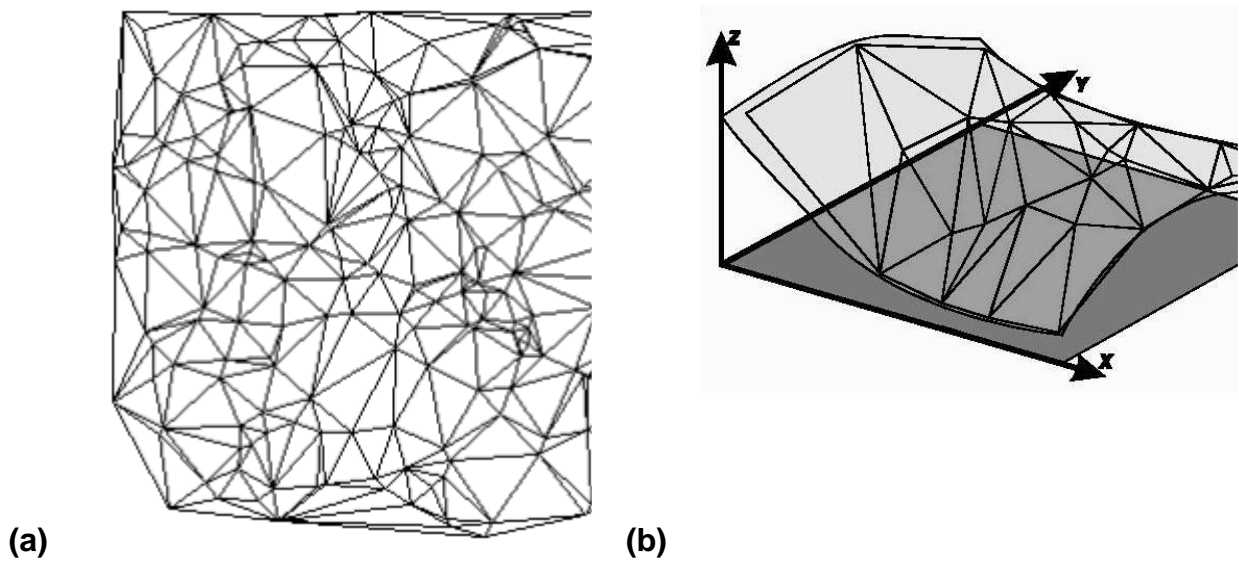


Figura 3 – Exemplos de grades triangulares. (a) Vista superior, (b) Vista em perspectiva.  
(Fonte: Namikawa, 1995 apud Rocha, 2000)

### 3.4 A Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

A missão SRTM necessitou de 11 dias para concluir a varredura por sensoriamento do globo terrestre entre as latitudes  $60^{\circ}$  N e  $57^{\circ}$  S, o que proporcionou uma área levantada equivalente a oitenta por cento da área total da Terra. Foram coletados dados através do radar IFSAR acoplado ao ônibus espacial *Endeavour* da NASA como é mostrado na figura 4. Foram coletados os dados para a geração dos MDT disponível ao público e a comunidade científica.

As informações referentes aos Estados Unidos sobre altitude do território possuem uma resolução de 30 metros e para o restante do globo terrestre a resolução é de 90 metros. Os modelos STRM abrangem uma área geográfica de  $1^{\circ}30'$  por  $1^{\circ}$  com uma resolução espacial de aproximadamente 90 metros, sendo que esta resolução varia em X e Y, conforme a posição da carta no globo terrestre. A resolução vertical é na ordem de 10 a 12 metros, enquanto que nos modelos ASTER a resolução espacial é da ordem de 30 metros e a vertical é de aproximadamente 7 metros (SHORTRIDGE, 2006).





Figura 4 - Ônibus espacial Endeavour acoplado ao radar IFSAR.

Fonte: (NASA, 2011)

De acordo com Valeriano (2004, 2005), a utilização de MDT, como o fornecidos pela missão SRTM, obtidos por sensores orbitais, representa uma alternativa de grande interesse para suprir a carência de mapeamentos, sobretudo nos continentes da África, Oceania e América do Sul.

Grande parte do território de nosso país é provida de mapeamento em escalas demasiadamente generalizadas para várias utilizações da informação topográfica. A resolução de 90m dos dados SRTM representa um avanço importante em relação as alternativa até então disponíveis.

Mesmo sendo um avanço, as imagens ainda não apresentam a resolução ideal. Nóbrega et al. (2005), realizaram um trabalho comparativo buscando estabelecer limites para o uso das imagens oriundas da missão SRTM. No mencionado trabalho foi observado que as imagens são muito fiéis quando comparadas a outros produtos como aerofotos, e as restrições aparecem quando da realização de análise quantitativa de áreas muito íngremes e/ou de áreas em uma escala grande. Nesses casos, deve-se tomar um cuidado para não se trabalhar com dados inapropriados.

Na construção de um MDT em áreas muito planas, o uso dos produtos da missão SRTM não apresenta grandes restrições, mesmo assim, o uso dessas

imagens deve ser sempre acompanhado de outras fontes de dados (aerofotos, imagens de satélite, levantamentos a campo) para que se estabeleça um paralelo, e dessa forma, identifique-se possíveis limitações quanto ao uso dessas imagens.

Valeriano (2004) demonstra uma maneira interessante de se trabalhar com os dados SRTM, através de sua interpolação por “krigagem”. Com a aplicação desse método estatístico, é possível aumentar a resolução das imagens SRTM de três arcos de segundo, aproximadamente noventa metros, para um arco de segundo, aproximadamente trinta metros. Esta mesma técnica foi adotada por (SILVA e CANDEIAS, 2006), para refinar a resolução dos dados SRTM.

### 3.5 O sensor ASTER

O ASTER é um dispositivo de sensoriamento multiespectral, figura 5 (a), que foi lançado a bordo do satélite Terra, figura 5 (b), no final do ano de 1999 (FUJISADA et al., 2005). Com 14 bandas, o sensor ASTER cobre um grande faixa espectral, do visível ao infravermelho termal sendo constituído de três sensores, conforme a tabela 1.

Tabela 1: Bandas que constituem o ASTER

Sensor	Resolução
Infravermelho próximo do visível	15 metros
Infravermelho de ondas curtas	30 metros
Infravermelho termal	90 metros

O equipamento produz dados em dois níveis chamados de Nível 1A e Nível 1B. Os produtos gerados em nível 1A são usados como fonte de dados para gerar MDE. Os MDE's oriundos desses produtos são de alta qualidade (FUJISADA et al. Op. Cit ,1998), mesmo sem a utilização pontos de controle, levantados com gps a campo, no solo para correção de cenas.

O modelo digital com valores de elevação proveniente do ASTER baseia-se nos princípios da fotogrametria, que vem sendo empregados a mais de 70 anos (WELCH et al., 1998).

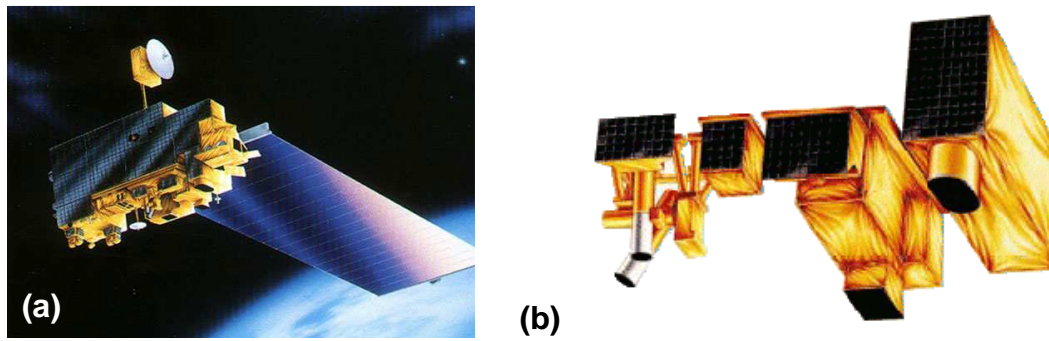


Figura 5- Imagens (a) Satélite Terra, (b) Sensor ASTER.

Fonte: (NASA, 2011)

O ASTER possui em seu sensor de Infravermelho próximo do visível uma banda com visada lateral (3N), ou seja, posicionada na posição vertical. Adicionalmente à visada vertical, o sistema possui um segundo sensor (3B) visando para trás da mesma órbita, que registra só no espectro do infravermelho próximo, a qual permite gerar por estereoscopia, junto à banda nadiral no infravermelho próximo, o MDE (PARMA, 2007).

Dois tipos de Modelos Digitais podem ser extraídos dessas imagens: o relativo e o absoluto (HIRANO et al., 2003). No primeiro, os valores não são ajustados a pontos de controle no solo, dessa forma, são calculados os desníveis e se estabelece a relação base/altura das formas. Assim, os modelos relativos não possuem necessariamente um ajuste altimétrico ao nível do mar, mas os mesmos podem ser ajustados posteriormente.

Nos modelos absolutos, é necessário que hajam pontos de controle com valores altimétricos relativamente precisos, com margem de erro de posicionamento muito baixa, para realizar o seu ajuste e neste caso os valores são ajustados ao nível do mar.

### 3.6 Sistema de Posicionamento Global GPS

É um sistema de radionavegação baseado em satélites desenvolvido e controlado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América que permite a qualquer utilizador saber a sua localização, velocidade e tempo, 24 horas por dia, sob quaisquer condições atmosféricas e em qualquer ponto do globo terrestre (SILVA, 2003).

Um dos requisitos para a aplicação da agricultura de precisão é a utilização de um sistema de posicionamento que permita a localização georreferenciada com precisão suficiente em todos os pontos e porções escolhidas dentro da área agrícola.

O sistema de posicionamento global consiste da triangulação de um conjunto de satélites, operacionalmente estão disponíveis 24 satélites, que, através do cálculo da distância entre eles e 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, porém para aumentar a precisão de tempo e posicionamento, normalmente os receptores utilizam quatro satélites (MOLIN, 1998).

O GPS foi utilizado inicialmente com finalidades militares nos Estados Unidos da América do Norte. Porém, o sinal sem degradação ou ruídos possuía um acesso somente para uso dos militares, o S/A, sendo disponibilizado somente o sinal acrescido de ruídos propositais para os civis. Atualmente, este sinal sem degradação foi disponibilizado para os civis, aumentando significativamente a precisão dos equipamentos utilizados.

Devido à retirada do erro proposital imposto pelos EUA através do S/A no dia 2 de maio de 2000 (NOOA, 2001), equipamentos que antes possuíam pouca precisão com erros de posicionamento que podiam chegar até 100 m, atualmente são mais precisos e possuem erros de aproximadamente 20 m, que antes da retirada do erro geravam posicionamento com erros de até 6 metros hoje possuem uma precisão com erros de 2 a 3 metros (DANA, 1994).

Portanto, com a atual melhora da precisão no georreferenciamento e a facilidade na aquisição de sinais de satélite, torna-se acessível e possível a adoção de ferramentas da AP.

### 3.6.1 Diferencial GPS (DGPS)

Um método preciso para obtenção de posições geográficas é o sistema DGPS. O GPS com posicionamento diferencial melhora consideravelmente a precisão das coordenadas, na medida em que corrige erros sistemáticos que têm causas extrínsecas aos receptores, tais como os erros introduzidos pelos atrasos ionosféricos e troposféricos, erros nas efemérides dos satélites, erro do relógio do satélite, efeitos de reflexão das ondas e ruído do receptor (HOFMANN-WELLENHOF et al, 1997).

O funcionamento deste sistema consiste no posicionamento de uma estação móvel através das correções geradas na estação de referência, conforme figura 6, ou estação-base (LEMMENS, 1993). Este procedimento normalmente é realizado com o uso de duas estações receptoras do sinal dos mesmos satélites, sendo um móvel e outra fixa, esta última com coordenadas conhecidas, sendo que as coordenadas obtidas na estação móvel são corrigidas, por meio de triangulação, a partir dos dados da estação fixa (BERNARDI & LANDIM, 2002).

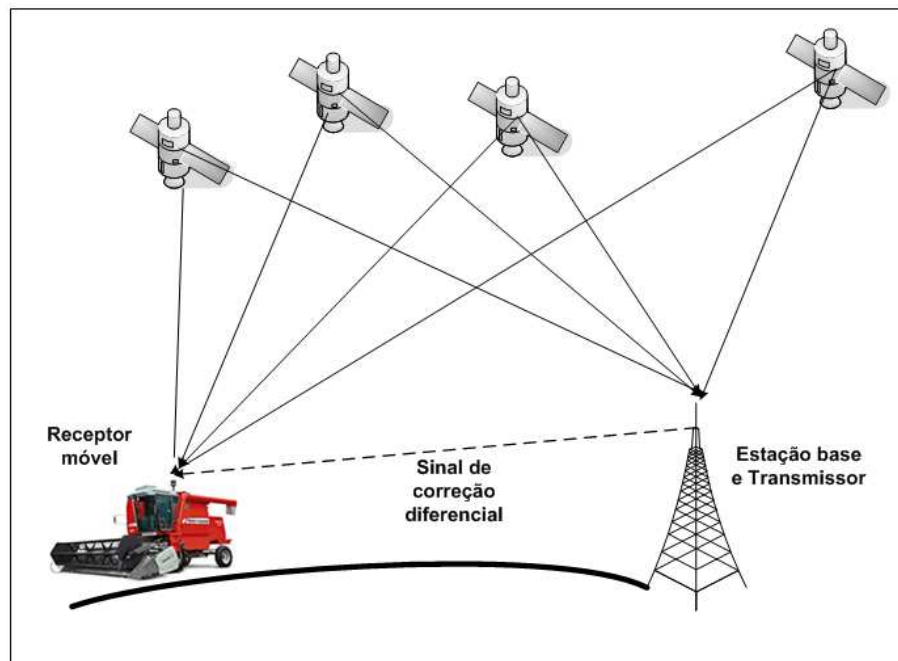


Figura 6 - Princípio básico do método DGPS.

Este mesmo procedimento de correção pode ser feito manualmente, por meio de *softwares*, a partir do uso de coordenadas de referência disponíveis em “Estações-Base” da rede pública (IBGE, 2007; INCRA, 2007) ou particular, em procedimento denominado pós-processamento.

Uma terceira opção de correção de coordenadas geográficas da estação móvel é através da assinatura de satélites. Com esse sistema, a correção dos dados é obtida automaticamente. Independentemente da metodologia utilizada, a importância do sistema DGPS está na precisão muito superior das coordenadas geográficas, chegando a níveis submétricos na maioria das vezes (MONICO, 2008).

### 3.6.2 Posicionamento relativo cinemático em tempo real

Normalmente, o processamento dos dados das tecnologias anteriores é realizado no escritório, após as coletar dos dados. Há, no entanto, muitas aplicações que obteriam grande benefício se as coordenadas da antena do receptor fossem determinadas em tempo real. Para que esse conceito seja realizado na prática é necessário que os dados coletados na estação de referência sejam transmitidos para a estação móvel necessitando para tanto de um enlace de rádio ou algum outro tipo de sistema de comunicação. O receptor da estação móvel deve dispor de *software* apropriado para a realização do processamento dos dados em tempo real, com solução quase instantânea do vetor de ambigüidades (MONICO, 2008).

#### 3.6.2.1 Método RTK

O método RTK, similar ao DGPS em tempo real, é destinado ao posicionamento de alta precisão. A estação de referência deve ser equipada com um receptor GPS e um rádio modem transmissor. Por meio de programas computacionais específicos, ela gera correções diferenciais e as transmite via rádio para uma estação móvel, conforme a figura 7, que se utiliza destas informações para determinar sua posição com precisão (STEWART, 2001).

O formato das correções diferenciais é definido pelos padrões recomendados pela RTCM. Para efetuar o enlace de comunicação são utilizados rádios transmissores que normalmente operam nas faixas de frequência VHF/UHF para este tipo de aplicação. A grandeza de observação fundamental utilizada no RTK é a medida da fase da onda portadora, que propicia precisão subdecimétrica (KRUEGER, 1996).

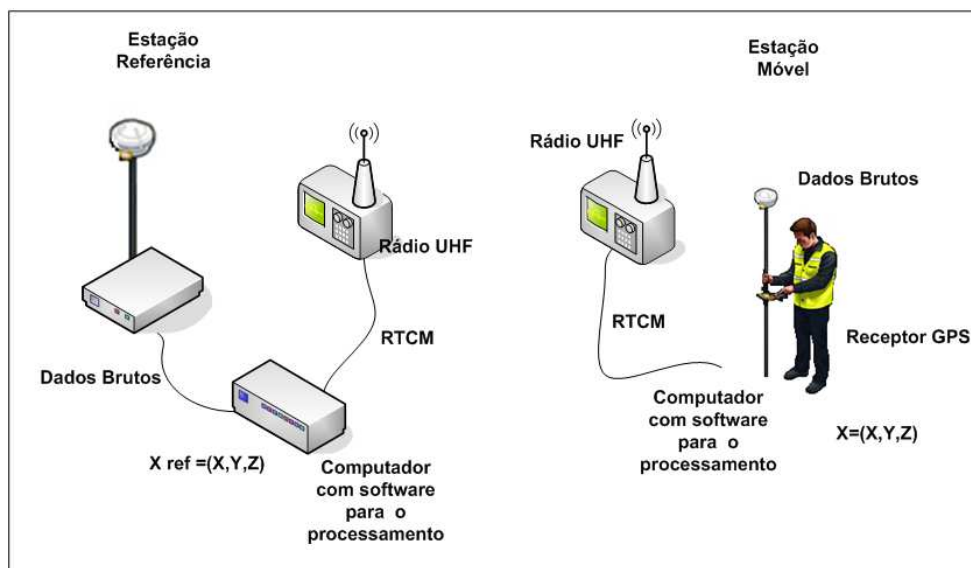


Figura 7 – Estrutura de funcionamento do RTK

A técnica RTK é composta de dois receptores (de dupla ou simples frequência) com as respectivas antenas, um enlace de comunicação (para transmitir e receber correções e/ou observações da estação de referência) e *software* apropriado para realizar o processamento e a validação dos dados. A precisão esperada é da ordem de  $1\text{cm}+0,6\text{ppm}$ .

### 3.7 Computação móvel na agricultura

As mais variadas informações de cunho gerencial que são geradas mediante análise das áreas de plantio tem sido fator importante para aprimorar e agilizar o gerenciamento das propriedades rurais. Neste contexto, os dispositivos móveis computacionais podem fornecer aos produtores a possibilidade de ter um melhor gerenciamento de sua propriedade, impactando uma melhoria em sua produtividade

e reduzindo custos, em virtude das diversas aplicações que estão surgindo neste segmento (BONI, 2006).

Não só a área agrícola vem se beneficiando pela utilização da computação móvel. Os mais diversos campos do conhecimento fazem uso de dispositivos móveis, absorvendo as capacidades e vantagens da filosofia da mobilidade. Podem ser citados alguns exemplos, como a área médica, com prontuários e informações sobre os pacientes na tela de um *smartphone* ou até mesmo em empresas, onde dados são manipulados através de planilhas de cálculo e movimentações financeiras (TAURION, 2002).

No Brasil, a utilização de dispositivos móveis em propriedades rurais está limitada pela área de cobertura da telefonia móvel, devido ao fato de existirem áreas com falhas ou com baixa capacidade, impedindo o uso da computação móvel em muitos lugares. Isso se torna um problema para os produtores rurais, pois dificulta a utilização de alguns equipamentos que fazem uso da telefonia celular para poderem operar. Isto vai contra as características da computação ubíqua, que se fundamenta no princípio da mobilidade e da conectividade a todo o instante, onde os equipamentos estão sempre disponíveis para serem utilizados (ARAÚJO, 2003).

Segundo Murakami (2006), a tecnologia WEB SERVICE tem sido atualmente utilizada para desenvolvimento de componentes de negócios com alta capacidade de integração. Nessa tecnologia as arquiteturas são desenvolvidas de tal forma que os serviços podem ser disponibilizados na *internet*, em aplicações *desktop*, em dispositivos móveis, tais como celulares, computadores de mão, aparelhos de GPS e máquinas fotográficas digitais. Estes sistemas também podem ser embarcados em máquinas agrícolas.

### **3.8 Internet móvel**

A necessidade de fornecer serviços que venham a suportar as necessidades dos mais variados segmentos corporativos caminha para a dependência cada vez maior da mobilidade, esta, por sua vez, impulsiona para a convergência dos serviços em uma única solução. Nesta linha é que a evolução da comunicação móvel, unida à evolução da computação móvel, deu origem a dispositivos conhecidos por *smartphones* e conseqüentemente à internet móvel, figura 8. Possibilitando assim



que as pessoas estejam móveis e acessem as informações que precisam (TAURION, 2002).

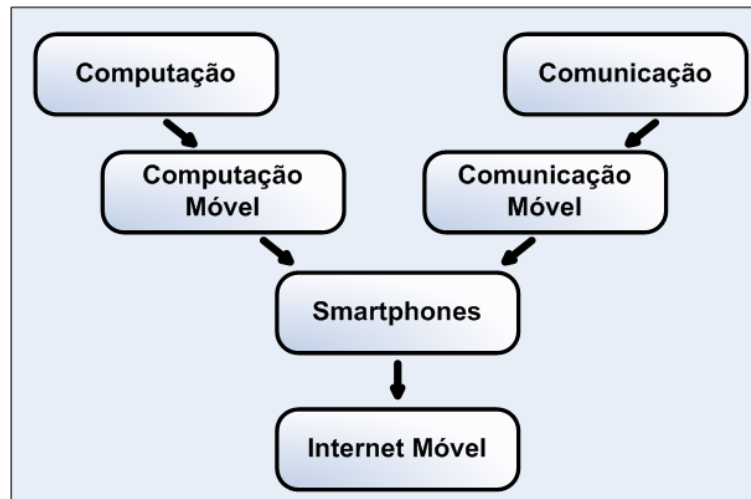


Figura 8 – Convergência da computação e comunicação para a internet móvel.

Atualmente, com o crescimento da mobilidade, criou-se um amplo leque de possibilidades e necessidades voltado para soluções móveis. Dando então significativa importância a tecnologias que permitam desenvolver aplicações móveis como a plataforma .NET Microsoft®.

A plataforma .NET é um conjunto de tecnologias desenvolvidas para transformar a Internet em uma plataforma de computação distribuída de larga escala figura 9.

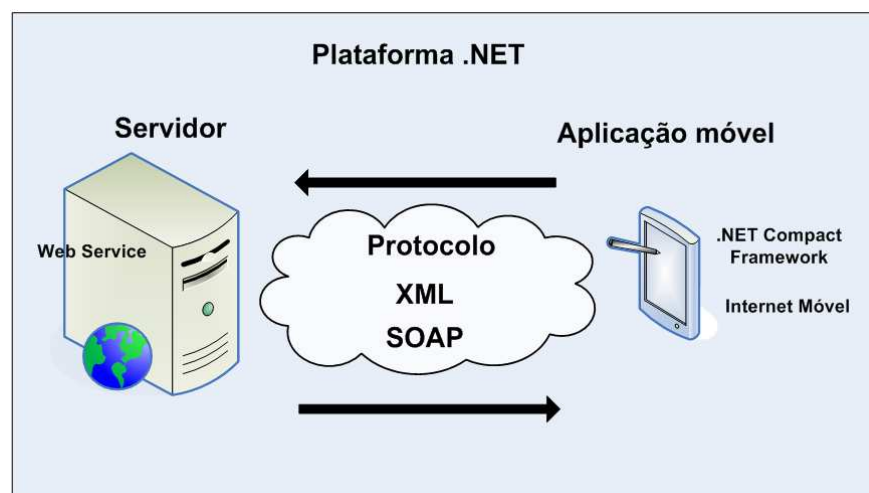


Figura 9 - Plataforma .NET

### 3.9 Dispositivos móveis computacionais

Segundo Fox (2003), os dispositivos móveis frequentemente utilizados em processos de computação móvel tornaram-se muito mais do que agendas eletrônicas ou assistentes pessoais e mesmos celulares: tornaram-se pequenos computadores que facilmente leva-se a qualquer lugar. Para aqueles que consomem grande parte do seu tempo trabalhando remotamente, estes equipamentos são versáteis, dedicados, multifuncionais e de uso genérico.

Estes dispositivos são ótimos geradores de informações, e podem ser utilizados desde a automação de processos até a coleta de informações estratégicas.

A tecnologia *wireless* vem ampliar ainda mais a mobilidade já fornecida pelos dispositivos móveis, que possibilitam ao usuário coletar informações a qualquer momento e em qualquer lugar. Sem dúvida alguma, caminha-se para um mundo sem fronteiras, onde os dispositivos estarão cada vez mais presentes (FOX, 2003).

A abordagem de dispositivos móveis nos remete a equipamentos que estão presentes no cotidiano das pessoas, tornando-se formas eficazes na busca de comunicação segura e de preferência *on-line*. Eles permitem ao usuário deslocar-se junto com seu ambiente computacional e ter acesso constante a fontes de informações (DALFOVO et al, 2003).

Outro aspecto que auxilia no crescimento do setor é que as pessoas estão cada vez mais dependentes de informações que estão disponíveis na internet. No contexto da computação moderna, elas estão mudando a maneira pela qual acessam a rede mundial, ou seja, não somente de seus computadores pessoais (DORNAN, 2001).

Nos últimos tempos, dispositivos móveis desde *notebooks* a *smartphones* foram disponibilizados para auxiliar no desenvolvimento de trabalhos que exigem o deslocamento, como representantes de vendas e executivos em viagem, entre outros. Esses dispositivos não apenas ajudam no gerenciamento de compromissos e contatos como também representam uma ferramenta para substituição dos processos feitos em papel por aplicativos baseados em formulários (GALVIN, 2004).

### 3.9.1 Vantagens do uso de dispositivos móveis computacionais

Muitos trabalhos hoje em dia exigem do profissional uma elasticidade e uma versatilidade que nunca se viu anteriormente. E para auxiliar estes profissionais com elementos da área de Tecnologia da Informação, eles precisam dispor dos mais modernos aparelhos portáteis existentes no mercado.

Segundo Schaefer (2004), do ponto de vista empresarial, os dispositivos móveis são ótimos geradores de informação e podem ser utilizados na automatização do processo, até nas coletas de informações estratégicas, pois com suas reduzidas dimensões podem ser transportados e estar presentes em todas as situações que um profissional dessa área pode atuar.

Segundo Galvin (2004), os dispositivos móveis formam hoje um cenário que antes era 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 obtêm 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:

- a) Dimensões: além de mais leves e simples de manusear, podem ser transportados em qualquer espaço;
- b) 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;
- c) Ganho de tempo e eficiência: o tempo de carga de aplicações embutidas nestes dispositivos é inferior quando comparados a outros computadores;
- d) 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 *softwares* desnecessários.

### 3.9.2 Smartphones

O termo *smartphone* é utilizado para designar uma classe de telefones celulares com características de PDA embutidas no dispositivo (figura 10). Existem vários modelos de *smartphones*, fabricados por diversas empresas, mas todos eles possuem algumas características em comum, como tela colorida, memória não-volátil, *slot* de memória SD e sincronização com o PC (*Desktop*) via USB (AT&T, 2003).



Figura 10 - Smartphone LG GM750 com Windows Mobile 6.5.

Fonte : (LG,2011)

Os *smartphones* possuem sistema operacional, conexão com *desktops* e aplicativos como os PDAs, além de serem pequenos, efetuarem ligações, conectarem-se à Internet, enviarem SMS como os celulares. Os *smartphones* mais modernos possuem, além das características citadas anteriormente, integração com periféricos como câmeras digitais, placas de rede *Wireless*, *BlueTooth*, infravermelho, entre outros.

A concentração destas tecnologias exige uma avaliação cuidadosa das necessidades do seu uso efetivo. Um aparelho que possua uma boa capacidade de processamento, grande capacidade de armazenamento e um Sistema Operacional Intuitivo pode ficar obsoleto se a função de telefone for prejudicada com uma recepção ruim de sinal e com o uso de tecnologias com cobertura que não abrangem o máximo possível da área de atuação. O contrário também não é desejado, pois se o dispositivo é capaz de manter o sinal nas regiões mais remotas, porém não possui capacidade para manipulações simples de informações e nem de enviá-las pela rede, seu uso é inadequado (MORIMOTO, 2009).

### 3.10 GPRS

O Serviço de Rádio de Pacote Geral padronizado pelo Instituto Europeu de Padrões de Telecomunicações, é um serviço de transmissão de dados de pacote projetado para a rede celular GSM (BRASCHE, 97).

Uma rede GPRS pode ser usada para transportar tráfego IP para um terminal GPRS de outro terminal GPRS ou redes externas, tais como, Internet, Intranets corporativas ou privadas e outras redes GPRS controladas por diferentes operadoras (JAIN, 2001).

O padrão GPRS é baseado na transmissão comutada a pacotes surgiu para tornar mais eficiente a utilização de recursos de rádio para o transporte de aplicações que geram tráfego como aplicações Internet, por serviços de páginas ou e-mail (BATES, 2002).

### 3.11 Plataforma .NET

A plataforma .NET pode ser definida basicamente como um modelo de desenvolvimento, criado pela Microsoft, que visa a implementação de *software* independente de linguagem, plataforma e dispositivo. Um dos principais objetivos desse modelo é permitir a integração entre aplicações através da troca de informações pela internet (BURÉGIO, 2003).

A plataforma .NET é considerada o “coração” da estratégia .NET. Esta estrutura gerencia e executa aplicativos e *web services*, contém uma biblioteca de classes denominada *Framework Class Library* garante a segurança e fornece muitos outros recursos de programação.

A FCL contém uma variedade de componentes reutilizáveis, o que evita o problema de se criar em novos componentes por parte dos programadores (DEITEL et al., 2003).

As especificações da plataforma .NET são encontradas na *Common Language Specification*, que contém informações sobre o armazenamento de tipos de dados, objetos, etc.. A CLS foi submetida para padronização à *European Computer Manufacturers Association* tornando com isso mais fácil a portabilidade para outros ambientes (DEITEL et al., 2003).

A *Common Language Runtime* (CLR) é uma parte central da plataforma .NET, pois é ela que é responsável pela execução dos *softwares*. Os *softwares* são compilados em código de máquina em duas etapas. A primeira etapa é compilar o *software* em MSIL que definem as instruções para o CLR. Já a segunda etapa compila o MSIL para o código de máquina, criando um aplicativo único (DEITEL et al., 2003).

### 3.11.1 .NET Framework

O *.NET Framework* constitui a parte principal da plataforma .NET, e é responsável pelo gerenciamento dos códigos executados dentro dela. Segundo Barroso (2008), ela é composta por duas partes principais: a CLR, que é responsável pela independência de linguagem de programação e a FCL, que fornece os principais recursos para o desenvolvimento de aplicação. Segundo Bragagnolo (2004), o *.NET Framework* é usado para criação, instalação e execução de *web services* e outros aplicativos. A figura 12 apresenta uma visão da estrutura do *.NET Framework*.

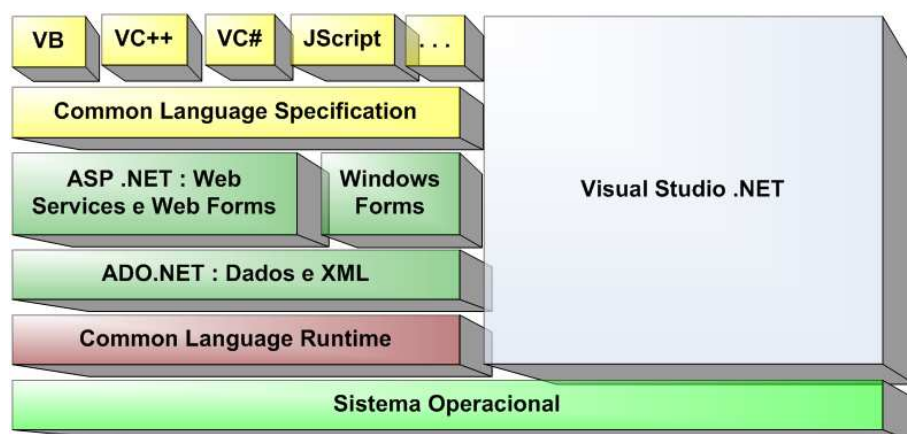


Figura 11 - Estrutura do *.NET Framework*

Segundo Burégio (2003), todas as linguagens compatíveis com .NET possuem praticamente o mesmo poder e fazem uso dos mesmos componentes disponibilizados pelo *framework*. A escolha da linguagem de programação poderá ser determinada simplesmente pelo grau de conhecimento ou familiaridade do programador.

### 3.11.2 .NET Compact Framework

O .NET Compact Framework traz um poderoso ambiente de programação do .NET Framework para os dispositivos móveis, sendo um ambiente que independe de hardware para executar programas em dispositivos computacionais com recursos limitados, compreendendo desde PDAs até o *smartphones*, telefones móveis, etc. que possuam o sistema operacional Windows CE .NET.

Não é somente um subconjunto das bibliotecas de classe do .NET Framework, mas também contém classes exclusivamente desenvolvidas para ele. Ele herda toda a arquitetura da CLR ou linguagem comum de tempo de execução de código gerenciado.

O .NET Compact Framework dispõe como funcionalidades principais a execução de programas independentes de hardware e sistema operacional, também suporta protocolos de rede e conecta-se diretamente a XML *web services*, ainda provê aos desenvolvedores um modelo para basear suas aplicações e componentes a vários ou a uma categoria específica de dispositivos. Pode ainda fornecer benefícios de design e otimização em sistemas de recursos limitados.

### 3.12 Web Services

Com o advento da computação pessoal e móvel, tornou-se desejável a descentralização de processamento e armazenamento de dados, entretanto, a aplicação com armazenamento e processamento distribuídos (uma aplicação distribuída é aquela cujas necessidades de processamento podem ser satisfeitas por

vários computadores e/ou cujos dados são armazenados em diferentes), deveria aparentar-se como uma única aplicação, ou seja, ter a sensação de estar acessando a aplicação no equipamento que está operando.

Para prover a junção entre os sistemas é necessário o *Web Service*, que é o responsável por estabelecer a comunicação entre as partes (BONIFÁCIO, 2001). Conforme pode ser visto na figura 12.

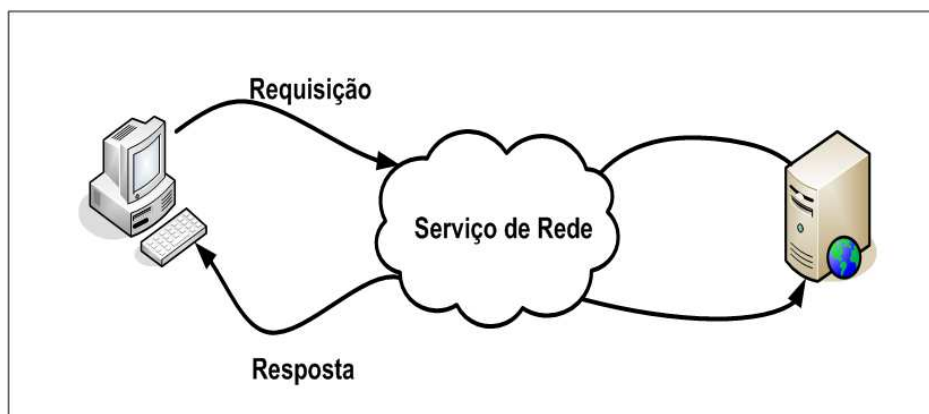


Figura 12 - Web service

*Web Services* é uma solução utilizada na integração de sistemas e na comunicação entre aplicações diferentes. Com esta tecnologia é possível que novas aplicações possam interagir com aquelas que já existem. As aplicações de *software* são identificadas por uma URI, *string* compacta de caracteres para caracterização de um recurso abstrato ou físico, que possui interfaces e ligações capazes de serem definidas, descritas e descobertas no formato XML, e que suporta interações diretas com outras aplicações de *software* utilizando mensagens baseadas em XML e em protocolos baseados na Internet (IETF,1998).

As bases para a construção de um *web services* são os padrões XML e SOAP. O transporte dos dados é realizado, normalmente, via http, sendo um protocolo da camada de "Aplicação" do modelo OSI, utilizado para transferência de dados na internet e são transferidos no formato XML encapsulados pelo protocolo SOAP.



### 3.12.1 *Extensible Markup Language* (XML)

Criada em 1996 W3C, organização responsável pelos padrões para a utilização de documentos *Web*, é um subconjunto do SGML, que é uma linguagem padronizada para marcação genérica, com propósito principal de facilitar o compartilhamento de informações através da Internet e capaz de descrever diversos tipos de dados. O formato XML foi criado para ser uma meta linguagem flexível, porém formal (BROGDEN, 2002).

A criação da linguagem teve como objetivo ter uma linguagem de marcação que combinasse a flexibilidade da SGML com a simplicidade da HTML. Sua filosofia seria incorporada por vários princípios importantes:

- Separação do conteúdo da formatação;
- Simplicidade e Legibilidade, para ambos humanos e computadores;
- Possibilidade de criação de tags sem limitação;
- Criação de arquivos para validação de estrutura;
- Interligação de bancos de dados distintos;
- Concentração na estrutura da informação, e não na sua aparência;

Um banco de dados pode, através de uma aplicação, escrever em um arquivo ou documento e um outro banco distinto pode ler então estes mesmos dados.

A linguagem suporta uma classe de objetos de dados e possui informações do comportamento de programas de computador que o processam, é também uma aplicação de uma forma restrita da SGML, ou seja, nas suas construções os documentos XML e SGML são compatíveis (W3C, 2000).

O código é armazenado como arquivo de texto, se parece muito com arquivo HTML, porém as *Tags*, que são delimitadores de marcação, indicam conteúdo e não o formato, por isso seria utilizado para armazenamentos de dados.

Arquivos são compostos de unidades de armazenamento chamados de Entidades as quais contém dados gramaticalmente analisados ou não .

Alguns dos quais formam dados de conteúdo, e outros formam a marcação (figura 13). A marcação codifica a descrição do layout de armazenamento do documento e estrutura lógica. Fornece também um mecanismo para fixar restrições

no *layout* de armazenamento e na estrutura lógica (W3C, 2000). Dados gramaticalmente analisados são compostos de caracteres.

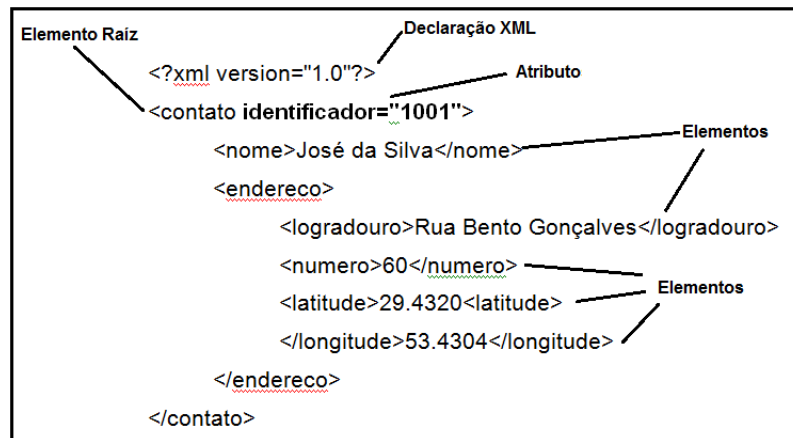


Figura 13 - Exemplo de arquivo XML.

Em suma, a troca de informação na Internet no formato XML deve respeitar o padrão de utilização de documentos Web, contemplando a simplicidade do layout XML e atendendo as suas especificações (W3C, 2000):

- Ser diretamente utilizável pela Internet;
- Suportar uma grande variedade de aplicações;
- Fácil de escrever *softwares* que processem documentos XML;
- Ter os documentos XML humanamente legíveis e razoavelmente claros;
- Possuir formato do documento XML rapidamente preparado;
- Ter o formato do documento XML formal e conciso;
- Ter facilidade na criação de documentos XML;

### 3.12.2 O Protocolo SOAP

O SOAP é um protocolo para intercâmbio de mensagens entre programas de computador. SOAP é um dos protocolos usados na criação de *Web Services*. As mensagens SOAP são documentos XML que aderem a uma especificação fornecida pelo órgão W3C. É um formato de mensagens baseado em XML usado para passar informações entre duas localidades ou "extremidades". As informações são armazenadas em um tipo de "envelope" (AMUNDSEN 2002).

O envelope é sempre o elemento raiz em uma comunicação que utiliza o protocolo SOAP. Ele é composto por cabeçalho (opcional) e corpo. O corpo do envelope é um *container* genérico que pode conter qualquer quantidade de elementos. Um conjunto de elementos encapsulados pelo protocolo SOAP tem a função de descrever as formas usadas para a transmissão de mensagens e a biblioteca de tipos. A Figura 21 ilustra os procedimentos realizados para troca de mensagens entre dois servidores (A e B).

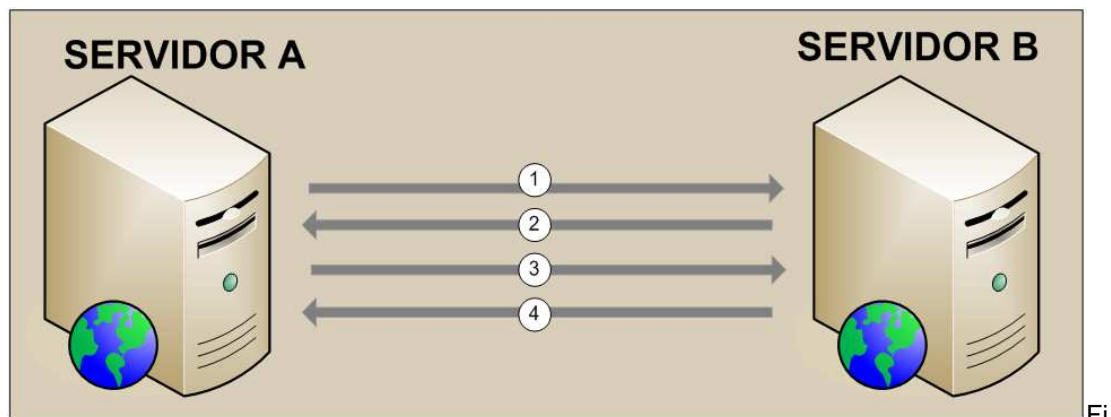


Figura 14 - Modelo de estrutura da chamada de métodos entre servidores.

Os elementos do mecanismo de troca de mensagens apresentado pela figura 14 podem ser explicados da seguinte maneira (AMUNDSEN 2002):

- 1) Servidor A envia solicitação ao servidor B para receber informações da biblioteca de tipos;
- 2) Servidor B envia de volta a mensagem com a biblioteca de tipo;
- 3) Servidor A envia envelope com o método que será chamado;
- 4) Servidor B executa o método e envia de volta o resultado em um envelope.

### 3.13 Bancos de Dados e Geoprocessamento

O Brasil com suas características de país continental, possui uma carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre problemas urbanos, rurais e ambientais.

O geoprocessamento se apresenta como uma tecnologia de custo relativamente baixo e que vem suprir a organização do conhecimento adquirido localmente. Utiliza-se para isto técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. Esta tecnologia influencia de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia, planejamento urbano e regional (CANDEIAS et al., 1998).

Para Sebem; Giotto (1999) a informática proporciona, além de uma maior agilidade na obtenção das informações, a possibilidade de armazenamento e manipulação estratégica de dados em busca do conhecimento acerca da vida sobre a terra.

O levantamento da deterioração dos recursos naturais tem resultado no incremento de pesquisas de caracterização e estudo dos problemas ambientais. Infelizmente, muitos desses trabalhos têm sido especulativos e teóricos, e pelo menos até agora sem uma base de dados adequada. Essa situação está mudando, pois paralelo ao rápido crescimento em volume e quantidade dos dados coletados, grandes mudanças de capacidades técnicas estão facilitando o desenvolvimento do SIG (Sistema de Informação Geográfica), de modo a manipular a diversidade de informações envolvidas.

Para Candeias et al. (1998) as ferramentas computacionais para o geoprocessamento, chamadas de SIG, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados.

Um SIG compreende a aquisição, armazenamento, apresentação e análise de informações geográficas muito diversificadas. Implementado em computadores, tem como elementos principais dois tipos de arquivos. Um banco de dados contém uma descrição da geografia da superfície, ou seja, dados sobre a forma e posição de cada local da superfície. Um segundo banco de dados contém os atributos da superfície terrestre, isto é, dados que descrevem as características ou qualidades de

cada local. Os bancos podem ser independentes ou ambos os tipos de dados (BARCZAK et al., 1998).

Os SIG's têm sido usados principalmente como suporte para o gerenciamento de recursos ambientais, muitas vezes, com base em algum tipo de sistema de decisão. Os sistemas ambientais são sistemas dinâmicos não lineares e variantes no tempo, portanto, de extrema complexidade. Sujeitos, ainda, à ação humana, constituem um problema elevado de incerteza e que envolve alto grau de risco na tomada de decisões. A análise dos dados acumulados é, portanto, uma fase essencial deste processo (BARCZAK et al., 1998).

O gerenciamento da informação através de meios computacionais é hoje uma grande tendência mundial, principalmente a partir da invenção dos microcomputadores, quando essa tecnologia passou a estar disponível para um grande número de pessoas e de pequenas empresas, através de sistemas locais e de grandes redes de computadores.

Um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) apresenta os dados numa visão independente dos sistemas aplicativos, além de garantir três requisitos importantes que são a eficiência (acesso e modificações de grande volume de dados), a integridade (controle de acesso por múltiplos usuários) e a persistência (manutenção de dados por longo tempo, independentemente dos aplicativos que acessem o dado). O uso de SGBD permite ainda realizar, com maior facilidade, a interligação de banco de dados já existente com o sistema de geoprocessamento.

Para Medeiros; Pires (1998) a maneira com que os dados são armazenados em um banco de dados facilita a organização, a consulta e a atualização das informações. No entanto, para obter esta estruturação, é preciso que se realize a chamada modelagem de dados, que é a atividade de especificar as necessidades de um conjunto de aplicações de forma a estruturar o armazenamento de dados corretamente. Com isto, os mesmos dados podem ser utilizados por aplicações diferentes, reduzindo espaço e esforço de programação.

Os bancos de dados em um SIG são formados por dados espaciais georreferenciados, representados na forma vetorial e matricial e dados alfanuméricos, os quais mantêm uma conexão que os relacionam mutuamente, um fornecendo as definições geográficas das formas da superfície da Terra e o outro os atributos numéricos e nominais na forma tabular, que estas formas possuem.

Os principais objetivos de um SGBD são:

- a) tornar disponíveis dados integrados para uma grande variedade de usuários através de interfaces amigáveis;
- b) garantir a privacidade dos dados através de medidas de segurança dentro do sistema;
- c) permitir o compartilhamento de dados de forma organizada, atuando como mediador entre as aplicações e o banco de dados, garantindo assim o controle e a redução do nível de redundância e administrando acessos concorrentes;
- d) controlar a administração dos dados com garantia de manutenção de padrões de qualidade e integridade; e
- e) possibilitar a independência dos dados no sentido de poupar ao usuário detalhes físicos de organização e armazenamento.

### 3.14 Modelagem de sistemas de informação

A modelagem de um sistema de informação consiste em um conjunto de procedimentos, técnicas, ferramentas e documentos auxiliares que ajudam os profissionais de desenvolvimento de sistemas em seus esforços para representar o domínio observado e os objetos informacionais pertencentes a este domínio (SOMMERVILLE, 2003).

A modelagem da informação contempla tanto a descrição física, características físicas do meio e do formato em que a informação está registrada, quanto à descrição do conteúdo informacional (PRESSMAN, 2006). Conforme figura 15.

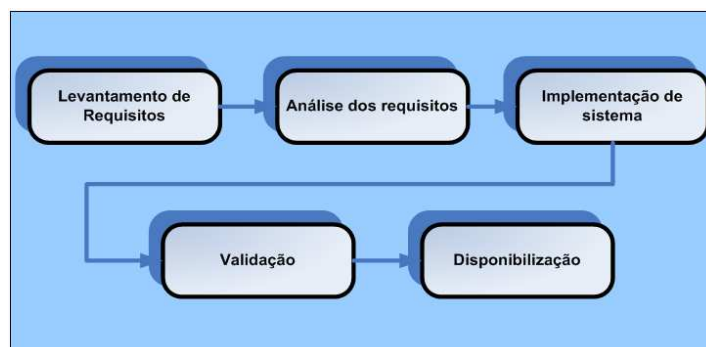


Figura 15 - Fases do processo de modelagem de sistemas de informação.

Cinco são as etapas básicas do processo de modelagem:

- **Requisitos:** descreve as atividades relacionadas ao levantamento das necessidades funcionais dos usuários;
- **Análise dos requisitos:** tem por finalidade transformar os requisitos em um conjunto de especificações de esquemas de representação da informação e do conhecimento;
- **Implementação de sistema:** define as estratégias para a construção dos esquemas de representação da informação e do conhecimento;
- **Validação:** identifica os passos a serem seguidos para que os esquemas de representação da informação e do conhecimento sejam validados;
- **Disponibilização:** descreve as atividades que garantem que o produto da modelagem da informação será disponibilizado a seus usuários finais.

#### 3.14.1 Levantamento de requisitos de sistema

Uma fase muito importante que antecede o desenvolvimento do sistema é o levantamento de requisitos. Requisito é o nome dado a todos os tipos de necessidades que se identificam para um sistema (KIEDAISCH, 2001). É obtido através de entrevistas com os usuários envolvidos no problema que tentamos resolver ou alguém que conheça a necessidade dos usuários.

Segundo Rosemberg (2001), elencar requisitos de um sistema não é uma atividade trivial uma vez que quem os fornecerá muitas vezes não sabe de antemão tudo que deva ser implementado, ou seja, sabe qual é o problema mas não tem ideia de como é a solução. É, normalmente, durante a obtenção dos requisitos que os responsáveis pelo desenvolvimento interagem com os problemas e necessidades do usuário e acabam conhecendo e aprendendo sobre o negócio no qual o sistema estará envolvido. Portanto, esta fase é fundamental para o sucesso de um sistema (WIEGERS, 2000).

### 3.14.2 Análise dos requisitos de sistema

Por análise entendemos a tarefa de levantar e descrever os requisitos de um sistema, definindo de que forma deve funcionar para atender as expectativas de todos que nele possuem algum interesse. Normalmente se diz que a análise define “o que” o sistema deve fazer sem especificar “como” fará. Durante a análise devem ser explicitadas que tarefas o sistema deve executar e que dados deve manter em memória. Para isso, cria-se um ou mais modelos do sistema, descrevendo-o com diferentes perspectivas e graus de detalhe (WIEGERS, 2000).

É a partir da análise que se desenvolve um sistema. Ela é, simultaneamente, um acordo entre os desenvolvedores e seus clientes e um mecanismo de comunicação entre os desenvolvedores. Em ambos os casos, a análise define que serviços devem ser fornecidos pelo sistema a ser implementado e, por consequência, que serviços não estão no escopo do sistema.

Segundo Pressman (2006), todos os métodos de análise devem ser capazes de suportar cinco atividades:

- Representar e entender o domínio da informação;
- Definir as funções que o *software* deve executar;
- Representar o comportamento do *software* em função dos eventos externos;
- Separar os modelos de informação, função e comportamento de maneira a apresentar os detalhes de forma hierárquica;
- Prover a informação essencial em direção à determinação dos detalhes de implementação.

### 3.14.3 Desenvolvimento do modelo proposto

O desenvolvimento do modelo proposto ou implementação é a fase onde são traduzidos os modelos propostos na fase de análise. Refere-se a todo o processo de



criação, através da codificação, unidades de teste, integração e depuração dos processos feitos em uma linguagem de programação. Nesta fase é desenvolvido todo o sistema utilizando os recursos apresentados nas fases anteriores (SWEBOK, 2004).

Não se trata de um processo fácil, mas se as fases anteriores forem bem definidas e sincronizadas com as necessidades dos usuários pode se aproximar dos resultados desejados.

#### 3.14.4 Validação

A validação de um sistema e resultado da avaliação se o software está fazendo o que deveria fazer, de acordo com os seus requisitos, e não está fazendo o que não deveria fazer. Pode-se entender ainda como o processo de executar um programa ou sistema com a intenção de encontrar defeitos (MYERS, 1979).

Qualquer atividade que a partir da avaliação de um atributo ou capacidade de um *software* ou sistema seja possível determinar se ele alcança os resultados desejados (HETZEL, 1988).

A essência do teste de *software* é o processo que visa a sua execução de forma controlada, com o objetivo de avaliar o seu comportamento baseado no que foi especificado. A execução dos testes é considerada um tipo de validação.

Na prática, não se pode testar um *software* completamente e garantir que ele ficará livre de erros. É quase impossível testar todas as possibilidades de formas e alternativas de entrada de dados, bem como testar as diversas possibilidades e condições criadas pela lógica do programador.

Segundo uma estimativa de Beizer (1990), a média do número de defeitos em programas liberados para testes é de 1 a 3 por 100 instruções executáveis. Claro, existem diferenças entre programadores, porém uma coisa é certa, todos eles cometem erros em grau maior ou menor.

### 3.14.5 Disponibilização

Muitos desenvolvedores entendem como a fase final dentro do processo de desenvolvimento de um sistema, mas outros processos se desencadeiam após a implantação de um sistema, pois a partir deste momento processos como a manutenção e futuras atualizações irão acontecer, como consequência natural na criação de *softwares* (SCHACH, 1992).

### 3.15 Desenvolvimento de softwares como um trabalho experimental

Um trabalho de computação, em especial o que envolve desenvolvimento de software ou implementação tem caráter experimental. A construção de software é uma experiência que culmina com a execução de algo que tem por objetivo atender a um conjunto de necessidades ou até mesmo gerar um novo conjunto (MILNER , 1986).

Muito é verdade também que poucos desenvolvedores entendem que estão fazendo trabalho experimental ao desenvolver software, e isto também faz com que o trabalho seja desenvolvido muitas vezes sem levar em conta algumas características como:

- A existência de um modelo por trás de todo software;
- Este modelo é transformado em algo executável;
- E o sistema executável pode ser analisado quanto às suas propriedades em um ambiente real.

Milner (1986), sugere que em um trabalho de desenvolvimento de software tenha um foco experimental, se estimula ao desenvolvedor do software na discussão de algumas questões relativas ao desenvolvimento de experimentos em engenharia de software , que envolve, entre outras coisas:

- Formulação de requisitos da solução.
- Concepção de um modelo de desenvolvimento.

- Criação de uma implementação em conformidade com um modelo proposto.
- Verificação se a implementação satisfaz os requisitos formulados.

Neste contexto então, pode se entender que a engenharia de software, quando utilizada para resolver um problema, é uma ferramenta de experimentação onde levantamos necessidades, analisamos e modelamos soluções, criamos um produto e por final verificamos se foram alcançados os requisitos.

Além de ser uma atividade onde é exigido um grau de pesquisa relativamente alto, pois muitas vezes é necessário aprender e adquirir novos conhecimentos para resolver problemas em áreas que não só da tecnologia da informação, como é verificado nas soluções que foram criadas e direcionadas a AP com técnicas de geoprocessamento e de tecnologia móvel.

Na maioria das vezes é verificado que ao final da concepção de um sistema, várias possibilidades começam a surgir principalmente quando a solução é praticamente inexistente, de difícil acesso, ou de pouco conhecimento público. E muitas vezes as soluções existentes são utilizadas de forma irregular, como o uso de softwares não licenciados devido ao fato de possuírem valores exorbitantes, ou é preciso mais de um software para resolver um determinado problema como acontece na maioria das vezes podendo gerar inconsistência nos resultados.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Aqui serão descritos todos os recursos utilizados no desenvolvimento das soluções. Algumas características específicas de cada experimento serão descritas na própria seção que define o módulo de sistema que foi desenvolvido para facilitar a compreensão.

### 4.1 Materiais

#### 4.1.1 Recursos de Software

Para a implementação dos sistemas computacionais foram utilizadas as linguagens de programação VB .NET e C# .NET encontradas na IDE Visual Studio 2005 um ambiente integrado para desenvolvimento de software da empresa Microsoft®.

A escolha das linguagens foi baseada não só no fato de já serem utilizadas no desenvolvimento dos módulos do sistema CR Campeiro 7, mas também por serem linguagens de programação modernas e com características orientação a objetos, o que permite trabalhar com uma gama de componentes de negócio de alto nível nas aplicações e por proporcionar um desenvolvimento ágil.

Em nível de hospedagem e gerenciamento da parte web da aplicação foi utilizado servidor *web Internet Information Services*, solução também fornecida pela Microsoft, disponível em todos os seus sistemas operacionais, deve-se salientar que o desenvolvimento que abrange o uso de *web services*, a nível de servidor na verdade são miniaplicativos ou regras de negócio gerados na IDE do desenvolvedor.

Para as aplicações móveis a IDE fornece ferramentas para o seu desenvolvimento, que mesmo não incorporados no pacote original de instalação são fornecidas gratuitamente. Salvo alguns componentes pagos como os utilizados para acesso a receptores GPS.

#### 4.1.2 Recursos de Hardware

Em se tratando de recursos de *hardware* foram utilizados *notebooks* e *desktops* com as IDEs instaladas, com processadores de 2 GHz a 2.8 GHz de velocidade, placas de vídeo com no mínimo 512 de RAM , memória entre 3 a 4 GB.

Foram utilizados *smartphones* da marca LG com sistema operacional Windows M33obile vers33o 6.0, dotados de receptores GPS.

#### 4.1.3 Outros Materiais

Para realizar a fase de testes e gerar os produtos finais foi utilizada uma imagem SRTM de articula33o compat33vel com a escala 1:250.000 (IBGE), carta SH-22-V-A no sistema de Sistema de Coordenadas Geogr33ficas e Datum WGS84. Foi selecionada uma 33rea localizada no Planalto M33dio do Estado do Rio Grande do Sul (RS). Esta 33rea envolve 33,62 hectares (ha) de lavoura comercial e est33 localizada no munic33pio N33o-me-Toque, situado no meridiano 51 entre as coordenadas geogr33ficas (WGS84) 28,4775° (S) a 28,4 86200° (S), e 52,785600° (W) a 52.773500° (W).

A escolha desses locais deu-se baseada na disponibilidade de arquivos com dados de levantamento por GPS RTK e por possuir dados de produ33o de gr33os, 33 interessante salientar que o uso destes dados 33 no intuito de testar as rotinas desenvolvidas para o sistema constru33do e realizar cruzamentos para fins de teste.

## 4.2 M33todos

A metodologia empregada para o desenvolvimento dos m33dulos do sistema foi enfatizada pela comunica33o em tempo real, preferencialmente face a face, onde os componentes do grupo ficam agrupados em um ambiente, incluindo todas as pessoas necess33rias para terminar o *software*.

No m33nimo, isto incluiu os programadores e os usu33rios finais ou algu33m dotado do conhecimento a relacionado ao problema a ser resolvido.

Foi feito um levantamento dos requisitos principais do sistema, como 33 mostrado no anexo I, e a medida que eram desenvolvidas as funcionalidades foram realizadas todas as fases do processo de modelagem de sistemas de informa33o, sempre atendendo a demanda dos requisitos de forma incremental.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Sistema de estruturação de modelos digitais de declividade do terreno do CR Campeiro 7**

O Sistema desenvolvido, como um módulo adicional do CR Campeiro 7, permite a estruturação de modelos digitais de declividade do terreno a partir de modelos digitais de altitudes.

Estes modelos digitais podem gerar produtos na forma de mapas, análises topográficas do relevo, cruzamentos com modelos de produtividade ou de variáveis de solo.

A geração de um MDT pode ser realizada através de dois processos, um convencional pela estruturação com coordenadas onde a altitude dos pontos do relevo tomados como amostras em uma malha é tido como o atributo Z, sendo a que a obtenção destas coordenadas pode ser feita através de levantamento topográfico altimétrico convencional, ou por levantamento geodésico empregando DGPS, ou ainda, pelo processo de recuperação de altitudes do terreno exportadas de modelos digitais do SRTM ou do ASTER.

A vantagem na comparação entre os dois processos é de que o primeiro é mais preciso, principalmente considerando o aspecto topográfico da aplicação, pois a margem de erro nas estimativas altimétricas é da ordem de milímetros, enquanto que a margem de erro no segundo processo é decorrente da resolução vertical dos modelos digitais do terreno SRTM ou ASTER.

A execução de um levantamento topográfico de natureza altimétrico em uma área de lavoura, para tomadas regulares de posição de pontos, obviamente é uma operação onerosa e que demanda a utilização de equipamentos de precisão, tipo estação total, e pessoal capacitado tecnicamente para a execução destes serviços e o posterior processamento dos dados.

O uso de sistemas GPS torna-se cada vez mais frequente em função da disponibilidade no mercado de vários equipamentos de AP possuírem esta tecnologia seja para operações de piloto automático e aplicação localizada de insumos entre outras. O arquivo gerado nestes equipamentos oferece como subproduto as altitudes precisas dos pontos onde a máquina se deslocou sobre a

lavoura, bastando unicamente à recuperação destes no formato de pontos (E,N,Z) gerando mapas hipsométricos desta lavoura.

Mesmo que tenha menor precisão os modelos STRM e ASTER, comparando-se a levantamentos topográficos ou geodésicos, sua utilização tem importância, em razão de seu menor custo e também por estes modelos serem disponibilizados de forma gratuita para “download” na Internet, como é mostrado nos Anexos III e IV.

Devido rapidez no processo temporal de execução do mapa altimétrico e o produto final gerado pode fornecer várias informações a partir de análises e cruzamentos com outros modelos, como por exemplo a avaliação da produtividade por classes de relevo.

O arquivo de ASCII de texto (\*.txt), salvo na exportação das altitudes dos pontos dos modelos digitais do terreno do STRM ou ASTER, para ser lido na função de estruturação de Modelos Digitais de Altitude e de Declividade no Sistema Campeiro tem a formatação disposta conforme o quadro 1.

Nº Ponto	Coordenada E	Coordenada N	Altitude	Linha	Coluna
1	262249.024861001	6920896.88363931	589	1	1
2	262331.107983312	6920898.49779236	584	1	2
3	262331.107983312	6920898.49779236	584	1	3
.	.....	.....	.....	.....	.....
n	262659.440186847	6920904.94882038	560	1	6

Quadro 1 – Formatação de arquivo de exportação altimétrica AP

### 5.1.1 Operações no Sistema de Geoprocessamento

#### 5.1.1.2 Acessando uma Imagem SRTM

As imagens SRTM estão em formato Geotiff de 16 bit, conforme é mostrado no quadro 2, onde a posição (x,y) de cada pixel corresponde às coordenadas geográficas de longitude e latitude em formato decimal com referência ao datum WGS84, e o valor do pixel corresponde ao valor da altitude do ponto em referência ao nível do mar.

Característica	Descrição
Formato de imagem	GEOTIFF 16 bit
Resolução espacial	90x90 metros
Unidade de altitude	metros
Grid (latxlong)	3x3 arc segundo
Acurácia horizontal:	absoluta < 60m,relativa < 45m
Acurácia vertical:	absoluta < 16m,relativa < 10m
Sistema de Coordenadas	Geográfica
Datum Vertical	WGS84

Quadro 2 - Características imagens SRTM.

O acesso para abertura e posterior tratamento da imagem se assemelha a qualquer software de tratamento de imagens, basta acessar o item de menu arquivos e selecionar imagens SRTM/ ASTER. Após, será mostrado ao usuário às características, metadados, da imagem. Como pode ser visto na figura 16 baseadas no Anexo V, em um quadro no canto superior direito.



Figura 16 - Metadados Geotiff.

Fonte: Sistema CR Campeiro 7.

Também são mostrados os valores limites de altitude na área abrangida pela imagem, figura 17.



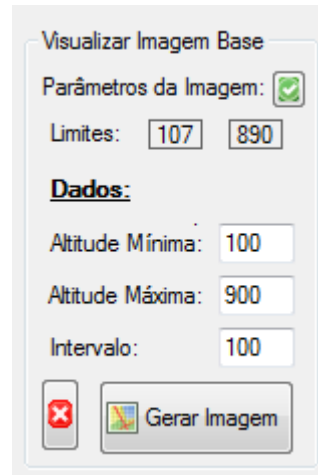


Figura 17 - Visualizar imagem base.

Fonte: Sistema CR Campeiro 7.

A visualização pode ser realizada com 16 padrões de cores, os quais são estruturados em cinco, sete ou dez classes (figura 18). Assim, ao definir o número de classes altimétricas, o usuário deverá observar a correspondência com o número de classes de cores.

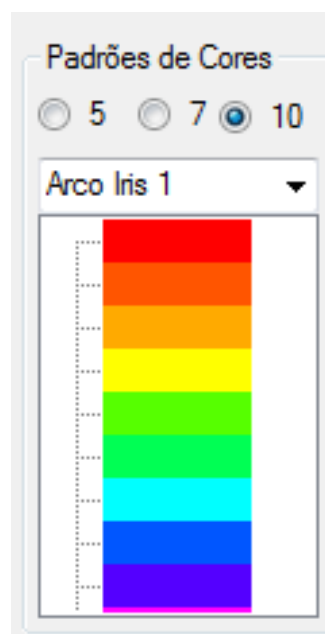



Figura 18 - Padrões de cores e classes altimétricas.

Fonte: Sistema CR Campeiro 7.

As classes de visualização altimétrica são estruturadas a partir da informação dos valores mínimo e máximo de altitude e o intervalo fixo de classe.

Após estas definições de cores e de classes de altimetria, pressiona-se o botão  , será construída uma imagem hipsométrica no quadro imagem base, conforme é mostrado na figura 19.

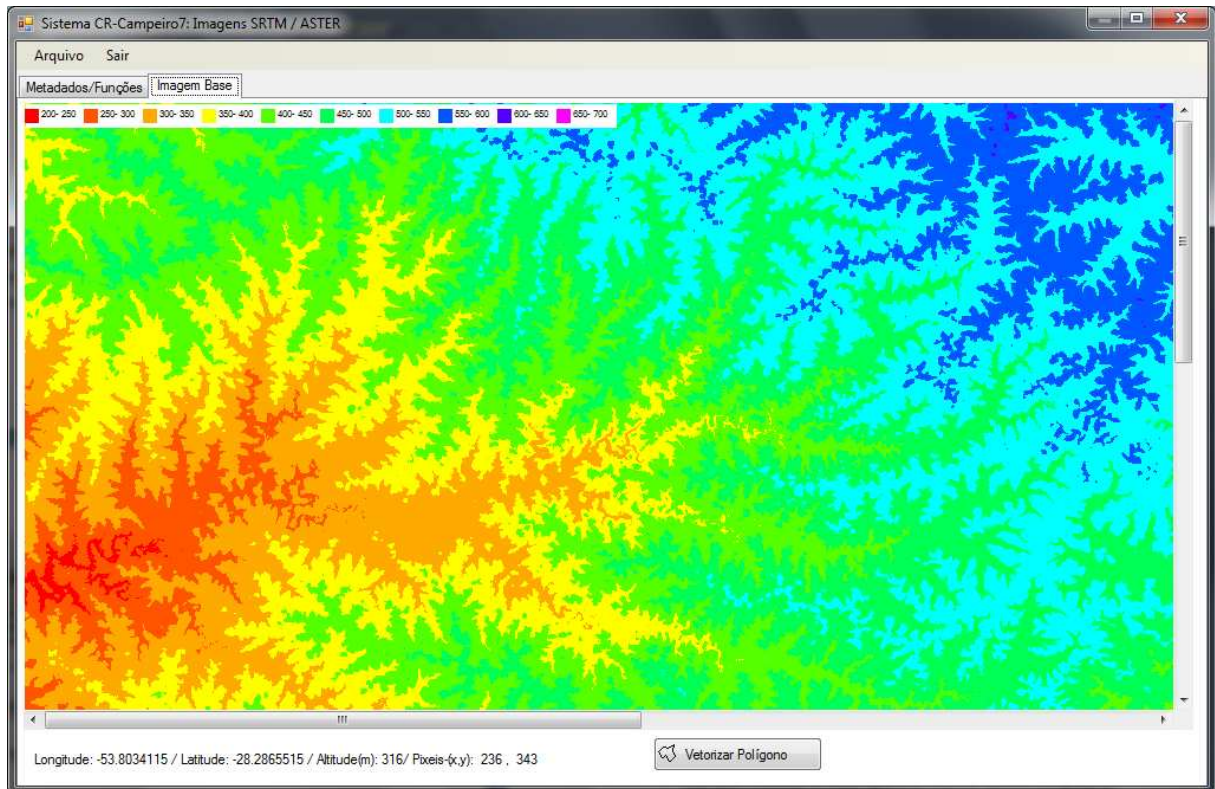


Figura 19 - Imagem base de classes de altimetria

Fonte: Sistema CR Campeiro 7.

São mostrados ainda informações de posicionamento e de altitude caso o usuário mover o cursor do *mouse* sobre o mapa, e como auxílio na vetorização de um polígono diretamente na imagem hipsométrica.

Retornando a guia “metadado/funções” pode-se selecionar em qual canto deseja mostrar uma legenda com o número de classes, escolhidas anteriormente, que corresponde as classes de altimetria.

### 5.1.1.3 Selecionando o talhão da lavoura

Com a abertura da imagem SRTM na região de localização da propriedade rural, figura 20, e estando georreferenciada no quadro de imagem base, o

procedimento para locar sobre esta imagem os limites de um determinado talhão, em referência ao qual se pretende gerar os modelos digitais de altimetria e declividade no sistema de agricultura de precisão, deve ser selecionado no quadro de Sobreposição na Imagem Base, o produtor, a propriedade e o respectivo talhão, itens estes que previamente deverão estar cadastrados na base de dados do CR Campeiro 7.

Ao proceder à recuperação de um talhão é gerado um retângulo de exportação, a partir das coordenadas (E,N) extremas do talhão, o qual pode ser expandido pela aplicação de um *buffer* de contorno, sendo que no caso de sobreposição SRTM, é aconselhável a aplicação de um *buffer* de 100 metros, e para as imagens ASTER o *buffer* deve ser de 50 metros.

A finalidade deste *buffer* é para que não tenha nos limites do talhão pontos sem valor de altimetria.

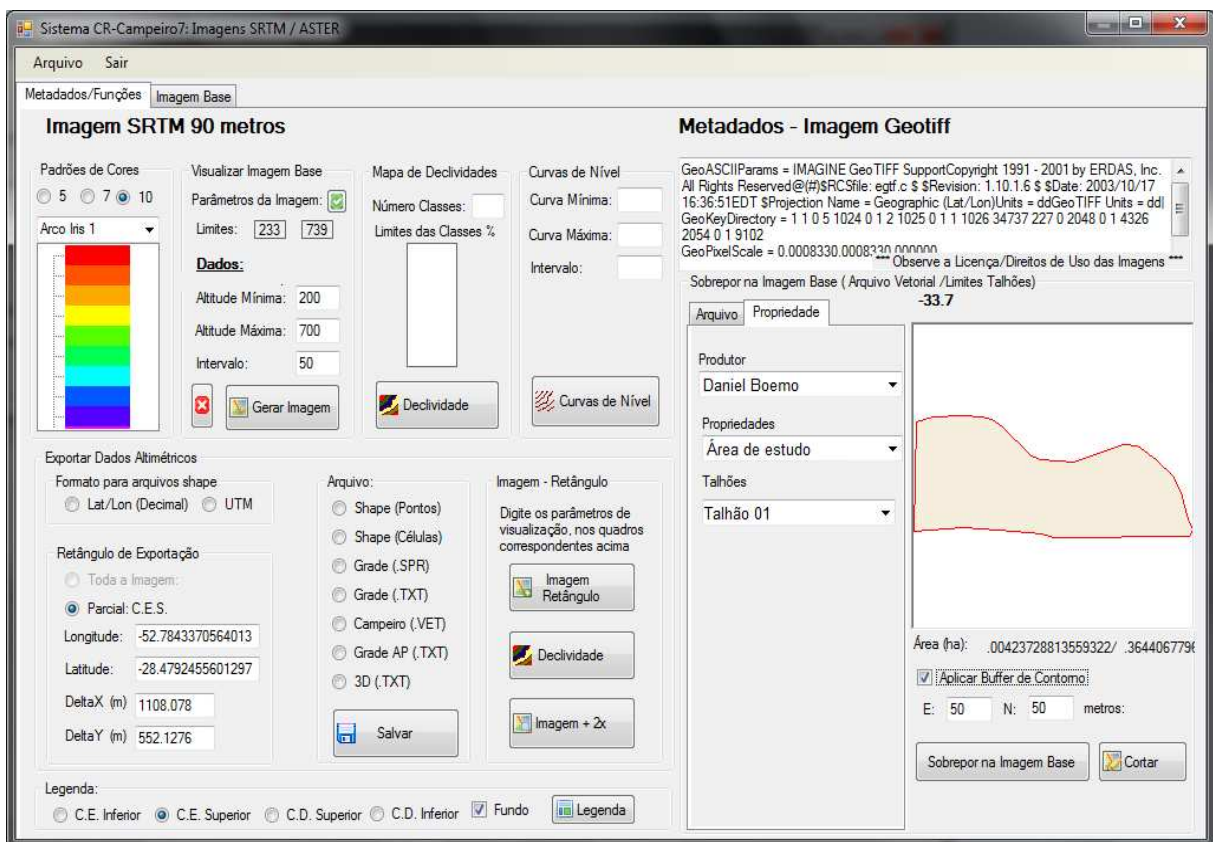


Figura 20 - Recuperação de Talhão para sobreposição na imagem base.

Fonte: Sistema CR Campeiro 7.

Sobre a imagem base é delimitado o talhão recuperado. (figura 21)

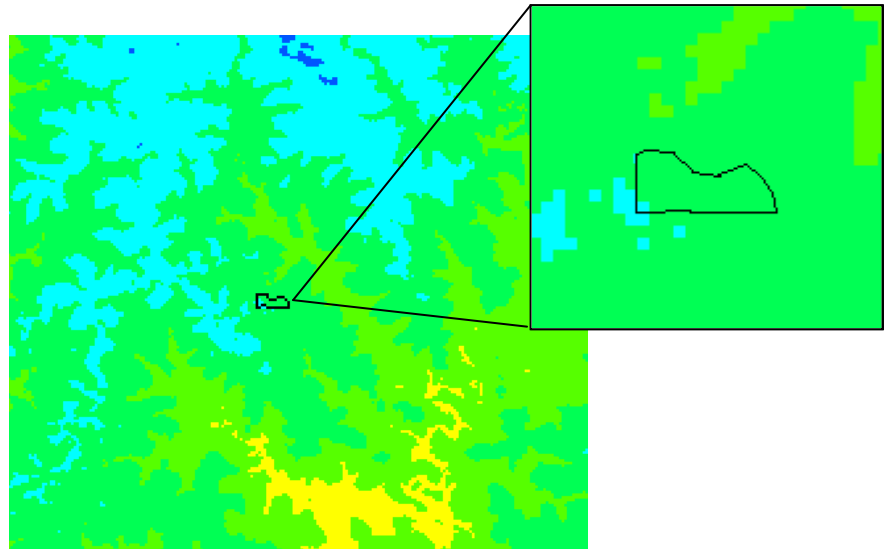


Figura 21 - Talhão sobreposto na imagem base

Fonte: Sistema CR Campeiro 7.

Caso não exista o cadastro do produtor no sistema, é possível realizar a sobreposição através de arquivos no formato *shapefile* ou vetoriais, tendo a opção de fornecer o *datum* e o meridiano, como é mostrado na figura 22.

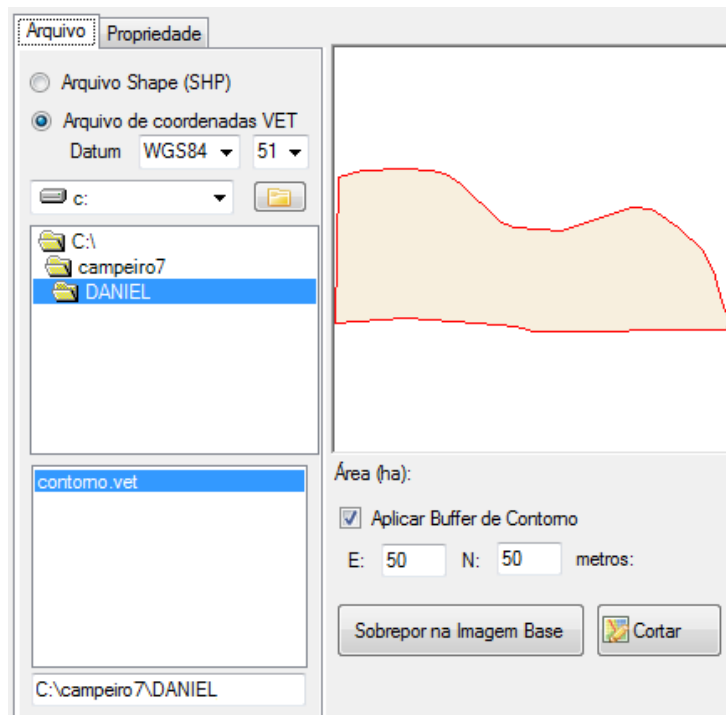


Figura 22- Sobreposição de arquivos de contorno

Fonte: Sistema CR Campeiro 7.


#### 5.1.1.4 Exportando o arquivo da grade de pontos altimétricos

A partir da recuperação de um talhão ou de um arquivo de sobreposição, é possível exportar os pontos altimétricos do interior desta área em sete formatos, de acordo com a necessidade de utilização, estes arquivos podem ser abertos na grande maioria dos *softwares* de geoprocessamento, de AP ou softwares para outras finalidades.

Os formatos disponibilizados para exportação são:

- Arquivo *shapefile* de pontos (\*.shp)
- Arquivo *shapefile* de células (\*.shp)
- Arquivo grade do formato do programa Spring - (\*.spr)
- Arquivo grade em formato de texto (\*.txt)
- Arquivo em formato VET nativo do CR Campeiro 7 (\*.vet)
- Arquivo formatado em texto para importação na geração de modelos digitais de agricultura de precisão. (\*.txt)
- Arquivo formatado em texto para importação em visualização de imagens em 3D no sistema campeiro.

Para se utilizar a função de estruturação, figura 23, de modelos digitais de altimetria e de declividade deverá ser selecionada a opção <Grade AP (.TXT) > e

clicado no botão <

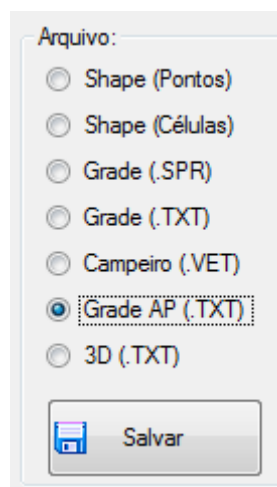


Figura 23 - Formatos de arquivos, seleção grades AP(.TXT).

Fonte: Sistema CR Campeiro 7.

### 5.1.2 Operações no Sistema de Agricultura de Precisão

Com a geração do arquivo altimétrico, este arquivo pode ser recuperado na função de estruturação de modelos digitais de altitude e de declividade, como base para a elaboração de tais modelos.

A figura 24 nos mostra a tela onde se deve primeiro recuperar o talhão da propriedade, informar um nome para o MDT que será criado, o ano de referência e pressionar o botão <Gerar Modelo> será pedido o arquivo com extensão “.txt” que foi exportado no formato de grade de AP e então é feito o processamento. Ao final será mostrado o número de linhas e colunas do modelo gerado, e uma caixa com os modelos já gerados.

A geração do modelo de declividade pode ser feita a partir da recuperação do MDT de altimetria. Antes de realizá-la é necessário fornecer o nome do MDT de declividade e selecionar o método de cálculo para tal.

Figura 24 - Geração do Modelo de Altimetria e do Modelo de Declividades.

Fonte: Sistema CR Campeiro 7.

### 5.1.3 Visualização 3D

Foi desenvolvida uma função para visualização de entidades tridimensionais, manipulando imagens georreferenciadas. Esta função está presente no sistema de estruturação bem como podendo ser acessada na área de geoprocessamento de CR Campeiro 7.

Seu funcionamento é simples. Ao executá-la será mostrada a tela, figura 25, onde é necessário recuperar uma imagem já georreferenciada no sistema, selecionar a georreferencia, e executar o botão estruturar, que irá criar um arquivo para montar uma malha triangular em 3D. Existem ainda os parâmetros de visualização onde se pode manipular características de visualização.

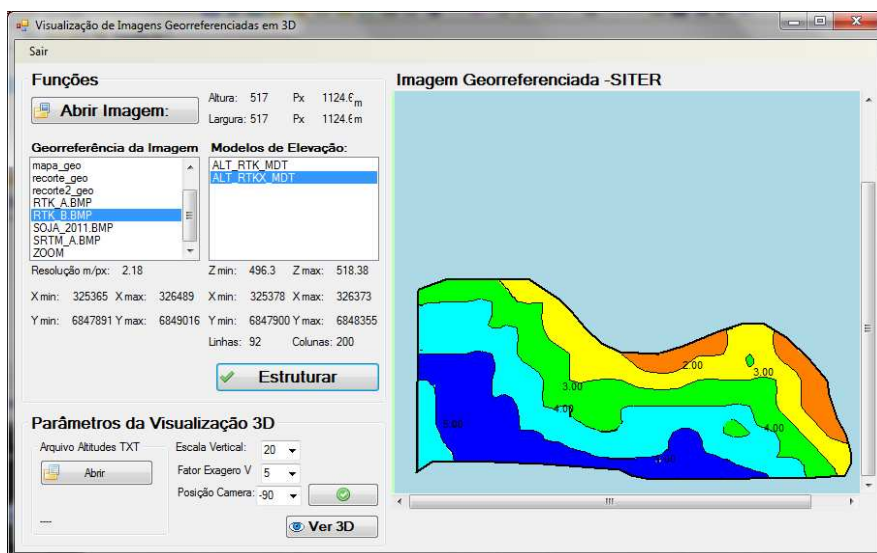


Figura 25 - Tela principal da função de visualização 3D.

Fonte: Sistema CR Campeiro 7.

O próximo passo é executar o comando <ver 3D> e será mostrada uma nova tela onde se é possível manipular em vários ângulos, (figura 26).

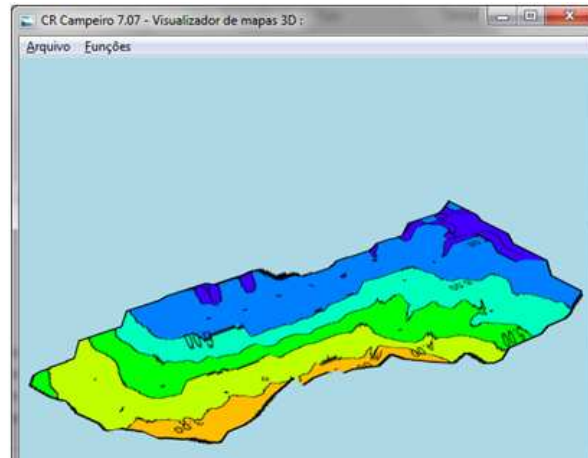


Figura 26 - Tela de visualização de mapas 3D

No item de menu Funções pode se manipular o formato de exibição, entre sólido, figura 27(a), malha triangular, figura 27(b), e malha de pontos figura 27 (c).

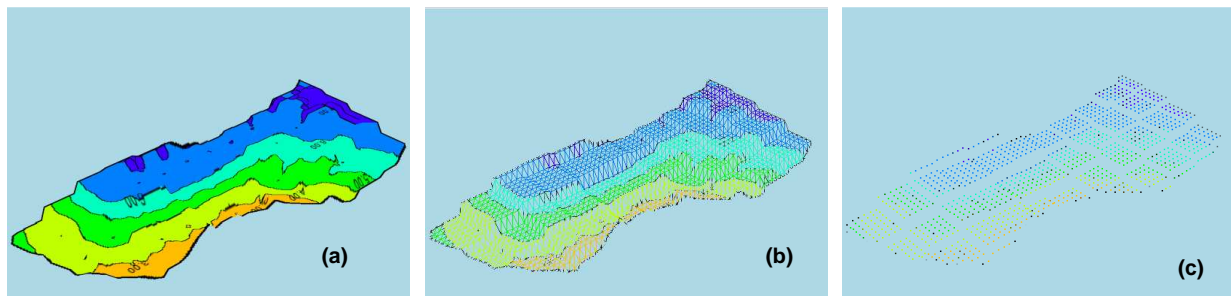


Figura 27- Exibição de mapas 3D. (a) formato sólido, (b) malha triangular e (c) malha de pontos.

#### 5.1.4 Cruzamento dos dados resultantes do sistema de estruturação dos modelos digitais.

O sistema não desenha mapas e sim gera os modelos digitais que podem ser trabalhados no CR Campeiro 7, mais especificamente no módulo visualização do modelo digital, bastando então o usuário possuir o mesmo cadastro de propriedade que foi utilizado para recuperar o talhão e sobrepôr na imagem ASTER e os MDT's.

Para exemplificação do cruzamento dos modelos foram adotados dois MDT's de uma área baseados na altitude e declividade da imagem SRTM e recortada pelo contorno de um talhão conhecido e dois outros modelos, altimétrico e de declive, interpolados com dados de levantamento de GPS RTK. Os quatro modelos foram cruzados um MDT de produtividade de soja da mesma.



Na figura 28 (a) foi construída uma imagem com os dados de altitude provenientes da imagem SRTM, enquanto na figura 28(b) foi construída uma imagem com o cruzamento dos dados de altitude da figura 28 (a) e dados de colheita de soja e na figura 28(c), através da função visualização 3D, é montado um objeto com as características de altitude e produção em três dimensões.

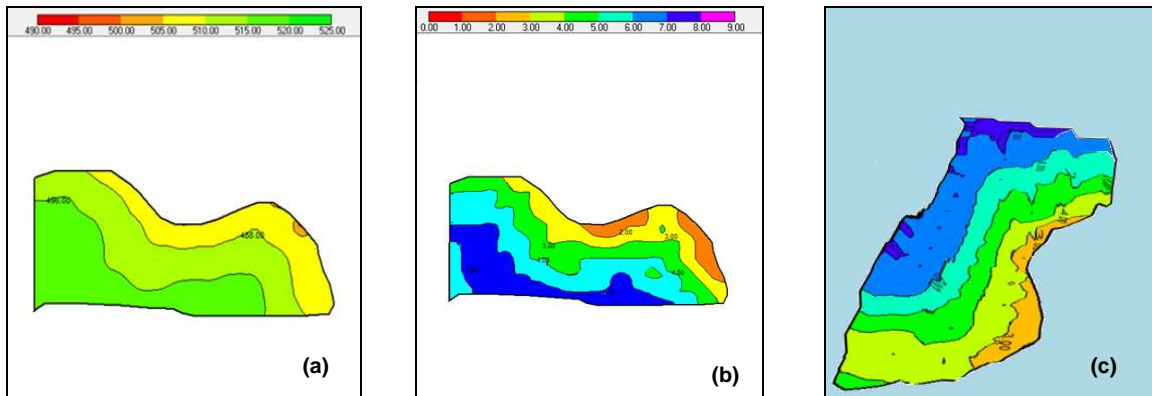


Figura 28 – Cruzamentos dos MDT's de altitude, (a) MDT de Altitude SRTM (b) MDT Altitude SRTM X Produção Soja (c)

Na figura 29 (a) foi construída uma imagem com os dados de altitude provenientes de medição com RTK, enquanto na figura 29(b) foi construída uma imagem com o cruzamento dos dados de altitude da figura 29 (a) e dados de colheita de soja e na figura 29(c) é montado um objeto com as características de altitude e produção em três dimensões.

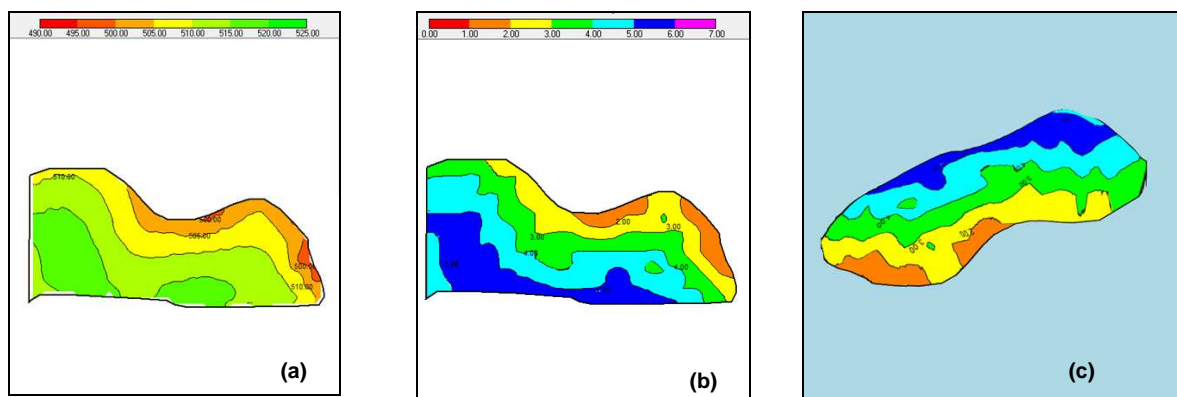


Figura 29 – Cruzamentos dos MDT's de altitude, (a) MDT de Altitude RTK (b) MDT Altitude RTK X Produção Soja (c)

### 5.1.5 Discussão sobre Uso de imagens SRTM, ASTER para extração de MDT's

Grande parte das soluções encontradas e disponibilizadas ao público atendem as necessidades dos usuários para realizar os procedimentos de extração dos MDT's, mas a maioria destas soluções mostram ter um alto grau de complexidade, devido ao excesso de rotinas a realizar para extrair dados de elevação.

Em Carvalho (2007), para exemplificar tal problemática, são utilizados treze softwares para extração de um modelo altimétrico, alguns dos softwares exigem conhecimentos de manipulação em banco de dados e outros em linguagem de programação.

Algumas outras situações exigem um alto grau de paciência e organização do usuário, como os passos para a obtenção de curvas de nível a partir de uma imagem SRTM em Silveira (2010), onde foram utilizados três softwares distintos e uma sequência de trinta e cinco telas para realizar a extração do MDT, e ao final o usuário deve gerar as curvas de nível em um software de sua preferência.

Em alguns softwares a extração é mais simples como o software ArcGis v10, como é mostrado por Neto (2010), em que o usuário realiza a operação em nove telas no mínimo, mesmo assim necessita de conhecimentos um pouco avançados, pois, em uma determinada altura precisa manipular o arquivo com os pontos gerados do MDT.

Existe uma grande gama de exemplos que poderiam ser ilustrados aqui, mas não é objeto do trabalho, os casos comentados aqui demonstram que a confecção do primeiro sistema objetiva proporcionar uma ferramenta que torne mais simples o trabalho para os profissionais que necessitam destes modelos e os produtos resultantes deles.

## 5.2 Sistema móvel de agricultura de precisão

O Sistema de Móvel de Agricultura de Precisão do CR Campeiro 7 destina-se a execução de atividades de campo, como a obtenção de dados georreferenciados, mapeamentos de áreas, geração de malhas de amostragens, inspeção de pontos, transmissão de posicionamentos entre outros.

Destaca-se a função GPS onde pode ser feita a conexão com um receptor GPS interno ou externo, via comunicação serial ou *bluetooth*, realizando a leitura de sentenças NMEA, o que possibilita a obtenção da posição tanto geográfica, com latitude, longitude e altitude ou pelo sistema UTM.

Nele podem ser realizados os registros de arquivos de *waypoints* e trilhas, e transmissão via GPRS para servidor WEB. O aplicativo possui como funcionalidade o mapa vetorial, que abre arquivos de coordenadas com espacialização sob a forma de polígonos, linhas e pontos, permitindo a construção de malhas de amostragem, com locação da posição do GPS em tempo real sobre o mapa, apresenta ainda procedimentos de cálculos de áreas, azimutes e distâncias, registro de arquivos entre outros.

Ainda apresenta a funcionalidade “Imagens GEO”, que abre imagens georreferenciadas, e mostra a posição sobre as mesmas com a localização em tempo real do GPS, permite a execução de operações de forma similar as existentes na função mapa vetorial.

A parte referente a base de dados, realiza a conexão com bancos de dados espaciais referente a dados de propriedades e talhões, exportado pelo Sistema Desktop, e com o banco de dados de Projetos de AP.

E uma região responsável por funções Web que conecta a aplicação a um navegador móvel de internet próprio para conexões de transferência de arquivos e sincronização com o servidor Web do Campeiro.

Aqui será apresentada a funcionalidade responsável pela transmissão e sincronização de dados do aplicativo móvel e um servidor WEB.

### 5.2.1 Sistema móvel de comunicação e rastreabilidade

O módulo de comunicação e rastreabilidade do sistema é encontrado na função GPS sendo responsável pela transmissão de dados tanto na forma on-line não síncrona, quando não há a necessidade de execução e processamento em tempo real, ou síncrona para fins de rastreabilidade em tempo real fazendo uma ponte com um servidor WEB.

Ao executar o sistema de campo será mostrada a tela conforme a figura 30, para acessar esta função onde o usuário deverá acessar o item GPS.



Figura 30 - Tela inicial do sistema móvel.

Módulo destinado à operacionalidade com aparelhos GPS, habilitados com *bluetooth* ou interface de conexão com dispositivos *smartphone*, e executam as principais operações de navegação, disponíveis em receptores GPS convencionais, que recebem a sentença GPS, através do protocolo NMEA.

### 5.2.2 Acesso ao sistema

A figura 31 apresenta a tela de função GPS, onde como primeira ação o usuário deverá acionar o dispositivo. Ao iniciar a recepção do sinal, é apresentado no quadro de Coordenadas Geográficas – WGS84, a posição do ponto em termos de Latitude e Longitude em graus geográficos, e em coordenadas planas E, N, no

sistema UTM, considerando o datum WGS-84. São apresentados ainda neste quadro, a altitude elipsoidal, e a zona UTM.

The screenshot shows the 'Sistema GPS' application interface. At the top, there are settings for 'Porta: COM5' and 'Taxa: 4800'. Below this, it indicates 'GPS OK! COM5,' and has 'Iniciar' and 'Parar' buttons. The 'Coordenadas:' section displays Latitude (E - UTM) as -29.718095 and 237182.2601700, Longitude (N - UTM) as -53.7168083333 and 6709360.933296, and Altitude as 0. The 'Zona UTM' is set to 22J with a value of 2620. At the bottom, there is a 'Campeiro7' logo and a 'Transmitir GPRS' button. A navigation bar at the very bottom includes 'GPS', 'Navegação', and 'Registro' tabs, and 'Sair' and 'Retornar' buttons.

Figura 31 - Tela GPS.

Ainda é mostrado na guia navegação, conforme a figura 32, uma área responsável por mostrar dados referentes à velocidade, projeção podendo ser UTM e respectivo meridiano, bem como outras informações como tempo GPS e satélites rastreados.

The screenshot shows the 'Sistema GPS' application interface in the 'Navegação' tab. It displays 'Velocidade(m/s)' as 0, 'Azimute' as 67, and 'Rumo Magnético' as 0. The 'Projeção:' is set to 'UTM Sul' and 'Meridiano Central:' is 51. The 'Tempo GPS' is 16\_21\_18\_19, and 'Satélites Rastreados' is 16/02/11 21:18:19. A list of tracked satellites is shown with their PRN and SNR values: PRN: 5, SNR: 24; PRN: 12, SNR: 21; PRN: 18, SNR: 34; PRN: 21, SNR: 17; PRN: 25, SNR: 16; PRN: 29, SNR: 16; PRN: 30, SNR: 12; PRN: 31, SNR: 13. The navigation bar at the bottom includes 'GPS', 'Navegação', and 'Registro' tabs, and 'Sair' and 'Retornar' buttons.

Figura 32 - Tela navegação.

### 5.2.3 Módulo de transmissão

Para acessar o módulo de transmissão ou sincronismo deve-se abrir a guia GPS no item < **Transmitir GPRS** >. Logo após será mostrada uma a tela de transmissão, figura 33, onde o usuário deverá informar um código de usuário e senha, que estão previamente registrados em um servidor do sistema CR Campeiro 7, e clicar no botão < **Conexão** >. Ao realizar a conexão o dispositivo estará habilitado para envio e recepção de dados e sincronia de dados em tempo de real. Nesta tela será possível a transmissão de dados de trilha e malha no formato de texto ou projeto de AP ou geodados, informações referentes a entidades com posicionamento espacial como por exemplos pragas de uma lavoura.

Transmissão => Serv

Código Usuário: 570001

Senha Usuário: \*\* **Conexão**

-----

Ao finalizar desligue o telefone para fechar a conexão de GPRS

Opções - Dados Ano: 2010

Arquivo TXT - Trilha e Malha

Nome do Arquivo:

**Nome** [ ]

Projeto AP - GeoDados

Nome do Projeto:

[ ]

Opção - Arquivos

Upload de Arquivo => Servidor:

**Transmitir**

Dados/Arquivos On Line

Sair Retornar

Figura 33 - Tela de transmissão.

#### 5.2.3.1 Transmissão on-line

Ainda é possível estabelecer a conexão no formato de sincronia onde o dispositivo móvel conecta-se a um servidor web remoto por GPRS, conforme a figura 34, onde o usuário pode estabelecer o intervalo de transmissão o código do equipamento, pois o servidor pode gerenciar e acompanhar um ou mais dispositivos.

Figura 34 - Tela de transmissão online.

### 5.2.3.2 Transmissão por *upload*

O usuário poderá ainda transmitir dados via navegador, figura 35, com os mesmos requisitos de caracterização do usuário, ainda podendo selecionar qual arquivo deseja enviar no mesmo formato de *upload*.

Figura 35- Tela do navegador.

### 5.2.4 Módulo *Desktop*

No sistema CR Campeiro 7, na versão disponível para equipamentos de mesa ou laptops, o usuário tem acesso ao sistema de comunicação rastreabilidade segundo a figura 36.

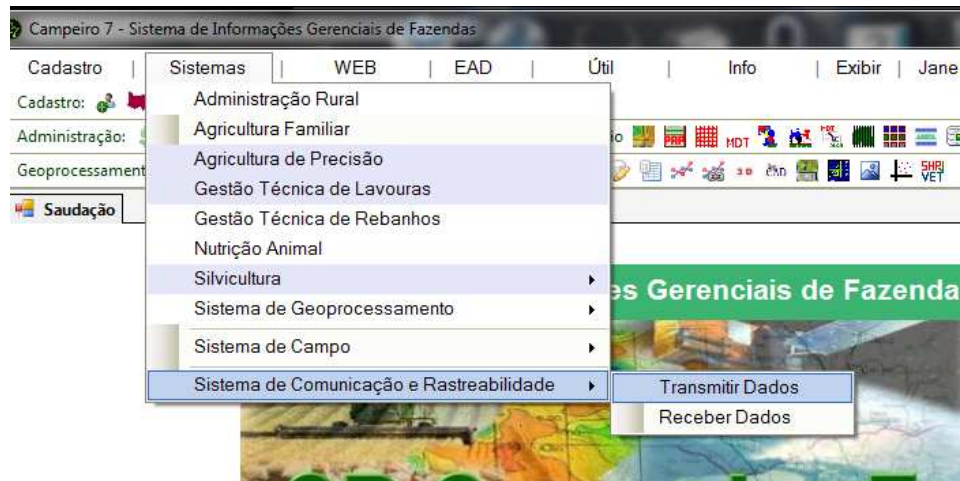


Figura 36 - Módulo responsável pela recepção e transmissão de dados do sistema CR Campeiro 7.

Da mesma forma que no sistema móvel, pode-se fornecer o número do usuário e senha, bem como ano ou data, e então escolher o tipo transmissão de dados, sendo possível por dados, arquivos e transmissão de posição *on-line*. Como é mostrado na figura 37.



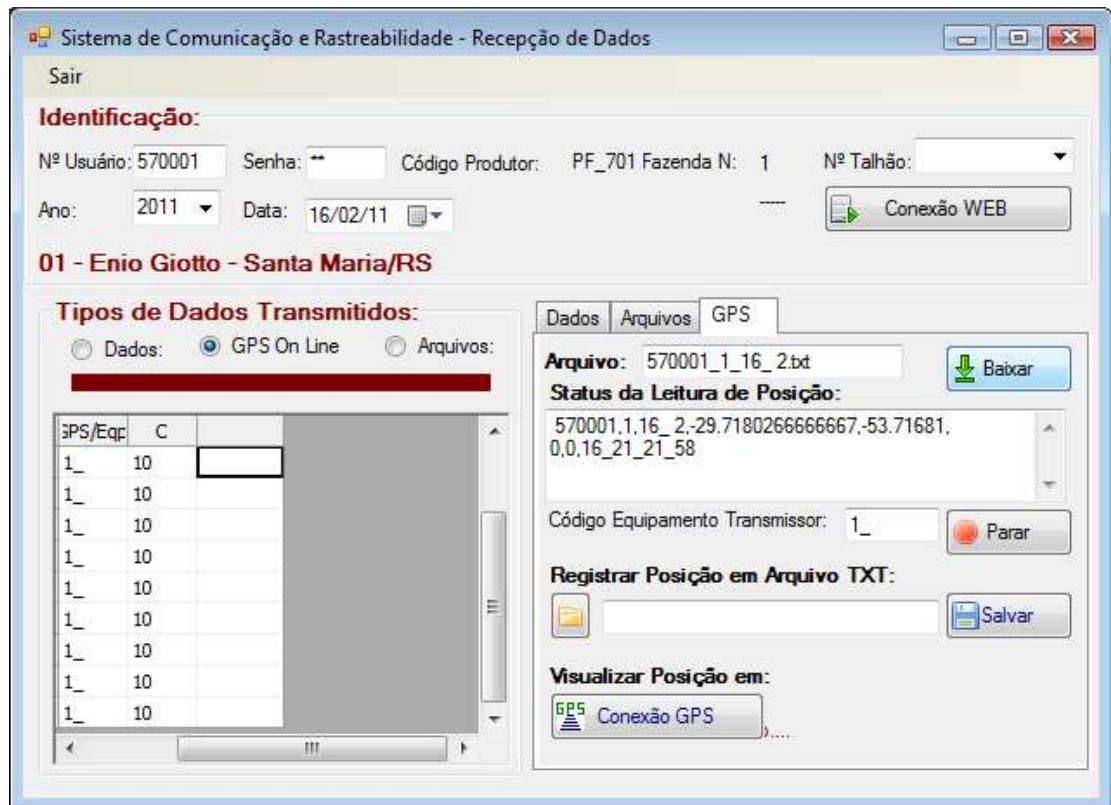


Figura 37 - Módulo responsável pela recepção e transmissão de dados do sistema CR Campeiro 7.

Os elementos de navegação obtidos na conexão com o GPS, apresentados na figura 38, mostram de forma gráfica, o rumo da orientação em caso de deslocamento, bem como a velocidade em km/h, e a altitude da posição recebida.

Em uma caixa de texto, é mostrada a sentença NMEA que é obtida na recepção com o aparelho GPS.

Nesta mesma tela, estão disponíveis as operações de transmissão e de recepção de sinal de posição.

### 5.2.4.1 Módulo *Desktop* navegação remota

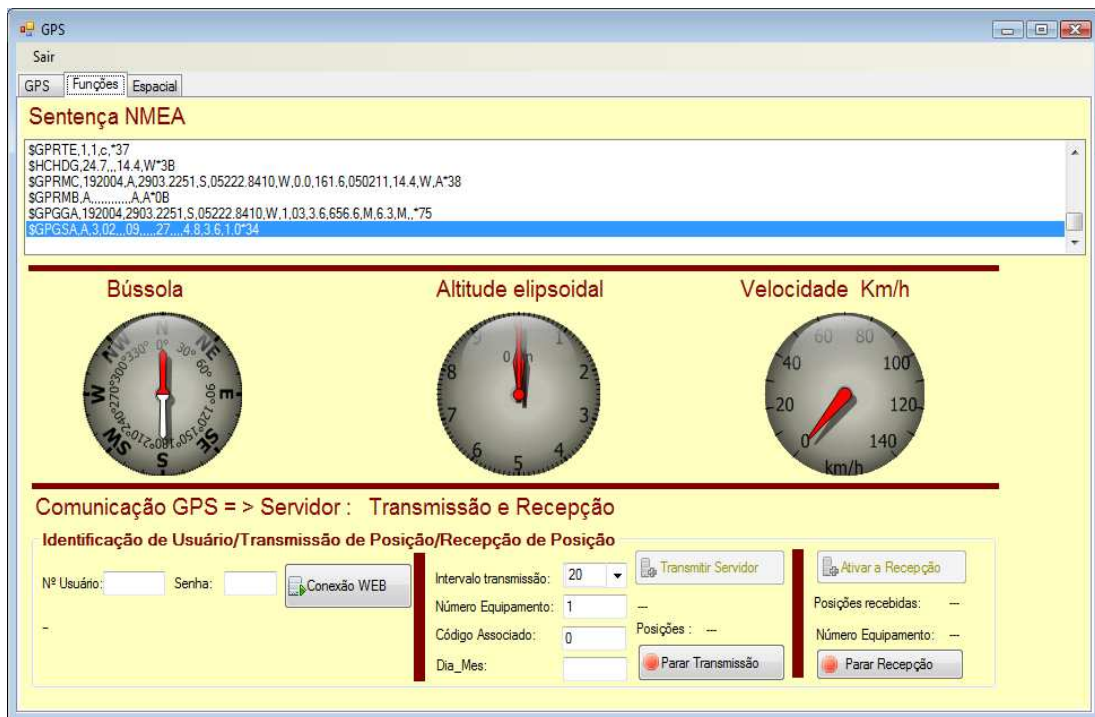


Figura 38 - Navegação e Comunicação com Servidor WEB

Além da possibilidade de gerar um arquivo de formato texto, para armazenar posições recebidas, seja de pontos (*waypoints*) ou de trajetos (*tracks*), o usuário pode visualizar a posição de um veículo ou pessoa, no momento de sua recepção, no mapa do talhão ou da propriedade, ou sobre uma imagem georreferenciada, e ainda marcar esta recepção como uma linha ou uma sequência de pontos e ainda associar um símbolo a posição recebida.

Este processo é habilitado com a opção conexão *WEB* figura 39 onde são fornecidos um código de usuário que poderá ser seu identificador, já que o sistema pode monitorar mais de um elemento conectado ao servidor tanto transmitindo quanto recebendo dados de localização.



Figura 39 - Conexão com Servidor WEB

Esta função tem também como finalidade a caracterização de posição recebida de um servidor WEB, que ao mesmo tempo esta recebendo esta posição de outro computador conectado com GPS, em outro local, sendo que para habilitar este processo, a opção recepção deve estar ativa como é visto na figura 40.

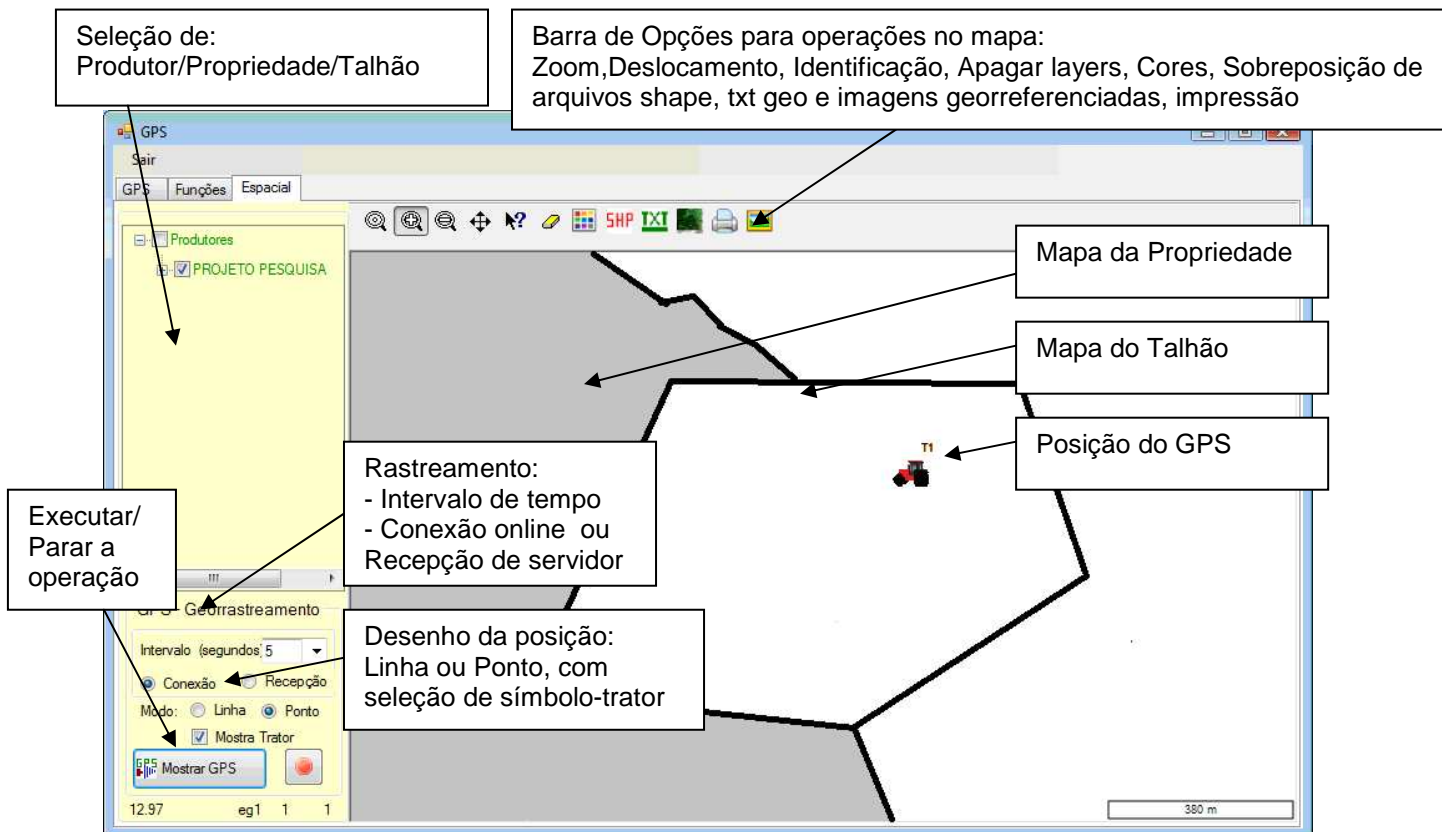


Figura 40 - Posicionamento com o GPS

Podem-se usar também mapas com o desenho do talhão ou propriedade, arquivos no formato *shapefile* ou ainda de imagem georreferenciada (GeoTIFF) com é mostrado na figura 41.

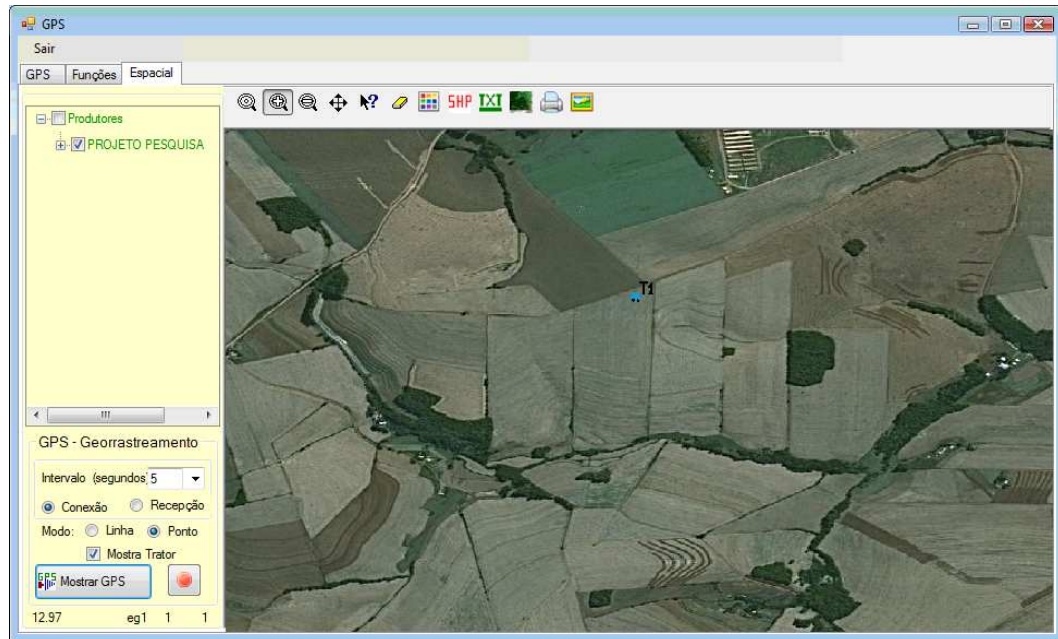


Figura 41 - Posicionamento em uma imagem georreferenciada (GeoTIFF).

É possível ainda executar a impressão para fins de comprovação, de acordo com a figura 42, acessando o menu de funções.

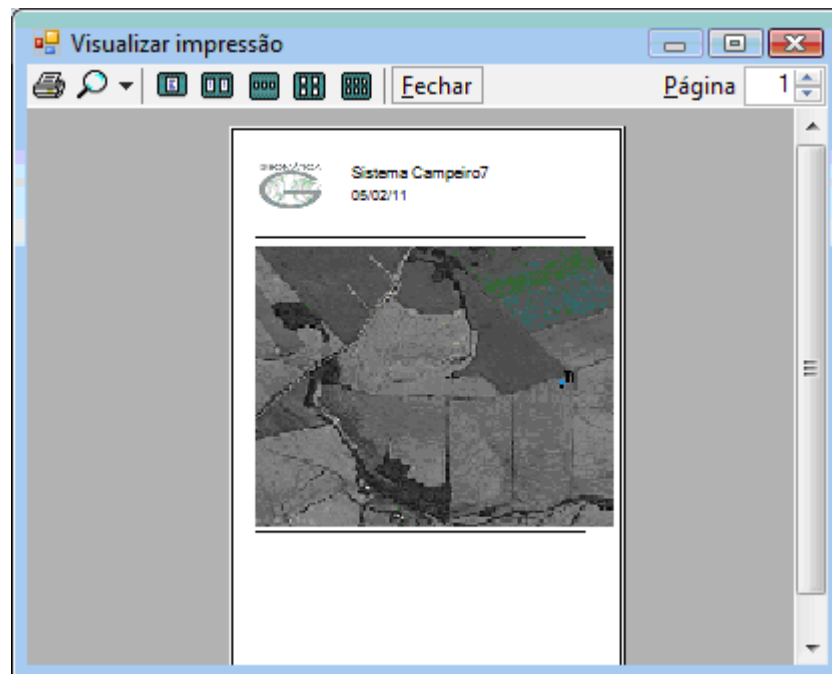


Figura 43 - Impressão do mapa de rastreamento com GPS online

### 5.2.5 Discussão sobre o sistema móvel de comunicação e rastreabilidade

Este sistema, a primeira vista, parece não ter relação nenhuma com o primeiro sistema apresentado, mas vamos criar o seguinte cenário:

Um agrônomo está realizando sua primeira visita a um produtor, e em meio a sua consultoria o produtor repassa arquivos com os dados de rendimento, provenientes de um monitor de colheita, de uma determinada cultura e o produtor levanta a questão se existe alguma relação entre a produção e a declividade da lavoura em questão, caso o técnico verifique que não existe a necessidade de realizar um trabalho com muita precisão e de posse do sistema móvel, ele pode levantar o contorno da área em questão, estabelecer uma conexão internet, enviar os arquivos para uma segunda pessoa que possua o sistema CR Campeiro 7, com o módulo de transmissão e recepção, esta pessoa poderá utilizar uma imagem SRTM e realizar as operações necessárias para extração e confecção de mapas e enviar novamente para o agrônomo que poderá analisar e mostrar o resultado ao produtor.

Sabe-se que não é objetivo do estudo avaliar o tempo de execução da tarefa, o que pode ser objeto de um outro estudo, mas pode-se especular que seria muito mais rápido que enviar um email com os arquivos, executar trinta e cinco telas para extração usar outro software para criar os mapas, nesta situação seria mais complexo mensurar o tempo de execução pelos mais variados motivos.

Pode-se pensar também em uma situação onde esta sendo feito um levantamento de ocorrência de plantas “invasoras”, até ai muitas soluções pode se aproximar desta proposta de um sistema móvel, mas em outras situações, pode-se especular que esta solução pode agilizar e muito o trabalho de um produtor, como por exemplo, o manejo de pragas na lavoura.

Segundo Albuquerque e Preterote, (2006), muitas das pragas em lavouras possuem uma grande mobilidade e se for trabalhada com a questão da variabilidade espacial na lavoura é exigido um menor tempo de resposta, na criação de mapas de aplicação, principalmente de defensivos.

O sistema também disponibiliza o monitoramento em tempo real de deslocamento por GPS o que pode ser utilizado para os mais variados fins, por exemplo, se acoplado a um trator por interface serial, como algumas empresas como a “Trimble”, que fornece uma solução chamada “EZ-Office® suite” oferecida a um preço de aproximadamente U\$\$ 2.700,00, que possui também esta proposta, pode-

se transmitir dados provenientes de sensores ou implementos conectados ao trator ou outro veículo, em tempo real.

É importante salientar que estas soluções por mais que comparadas a outras soluções comerciais não visa o lucro e sim proporcionar ferramentas informatizadas a técnicos que estão atuando no meio rural, abrangendo as áreas de ensino, pesquisa, extensão e também pode ser utilizados profissionalmente.

## 6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

Este trabalho, além de demonstrar o desenvolvimento de duas ferramentas computacionais que serão utilizadas na agricultura de precisão, evidencia que não é preciso adquirir soluções com custos exorbitantes ou adaptadas e que na grande maioria das situações acabam por não contemplar as necessidades reais dos usuários.

O desenvolvimento de sistemas é uma tarefa complexa, pois engloba tanto o conhecimento técnico científico quanto o conhecimento baseado nas regras de negócios, muitas vezes limitadas por questões relacionadas a equipamentos, ou pela falta de pessoas para compor as equipes de desenvolvimento.

Em vista desta realidade, o desenvolvimento do módulo de Sistema CR Campeiro 7 para a estruturação de modelos digitais de declividade do terreno, propicia uma alternativa na elaboração de modelos numéricos do terreno utilizando informações existentes da extração de altitudes de imagens SRTM ou ASTER.

A utilização da recuperação destas altitudes vem a somar e propiciar mais uma ferramenta importante, como instrumento, no processo de tomada de decisão aos profissionais da área agrônômica.

É importante salientar que está sendo ofertada uma ferramenta de custo baixo visando beneficiar profissionais que não só da agricultura, mas de outras áreas também, que pode ser utilizada ainda como instrumento de aprendizagem nos meios acadêmicos e técnicos, e também já foi utilizada na criação de cadernos técnicos demonstrando assim as funcionalidades e recursos do mesmo, bem como propicia o acesso a profissionais que antes não tinham acesso a essa tecnologia.

Já o módulo desenvolvido para sistemas móveis vem a confirmar que a computação móvel é viável em muitas áreas, que ainda são pouco exploradas em nosso país com na agricultura. É uma ferramenta que possibilita uma maior agilidade nos processo decisórios da cadeia produtiva agrícola.

Com o emprego de novas tecnologias, como GPS, redes sem fio, GPRS, em meios já consagrados, como a exemplo da internet, é possível disponibilizar soluções de custo reduzido aos usuários, que até então tem sido oferecidas por grandes empresas ou grandes multinacionais de uma forma proprietária e fechada, exemplo muito presente em áreas com a agricultura, engenharias e outras.

No caso dos sistemas desenvolvidos, muitas vezes algumas limitações, impuseram uma nova forma de modelagem, dos sistemas criados.

Algumas limitações impostas pelos *smartphones* fizeram com que a elaboração da interface fosse o mais amigável possível muitas vezes forçando a abreviação de termos e no tocante a questão dos dados tiveram que ser usadas estruturas de arquivos mais enxutas como a utilização de XML e arquivos de texto.

Evidencia-se que é possível utilizar sistemas móveis alternativos instalados em *smartphones*, e possibilitar benefícios a setores produtivos.

Da mesma forma, é possível unificar várias tarefas, que eram restritas a ambientes fechados, com um grau de mobilidade alto, tornando mais ágeis e confiáveis os processos. E podemos anexar outras tecnologias, como GPRS propiciando uma ampla gama de possibilidades diminuindo distâncias e agilizando processos.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Fábio Eduardo; PRETEROTE, Gustavo. Morte Súbita dos Citros. **Revista Eletrônica de Ciências**, São Paulo, 2006. Disponível em: <[http://cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_32/aprendendo3.html](http://cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_32/aprendendo3.html)>. Acesso em: 11 jan. 2011.

AMUNDSEN, M; LITWIN, P.; **ASP.NET para desenvolvedores de Web Sites**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2002.

ARAÚJO, R. B. Computação Ubíqua: Princípios, Tecnologia e Desafios. In **XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores**, Natal, 2003.

AT&T. **Smartphone Programming Guide**. 2003. Disponível em <http://developer.attwireless.com/developer/tools/programmingguides/>) Acesso em: 02 de nov de 2009.

BARCZAK, C. L. **A Lógica Difusa e Métodos de Análise em Sistemas de Informação Geográfica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1998.

BARROSO, J. A. de S. **Arquitetura de aplicações distribuídas utilizando .NET**. [S.l], [2004?]. Disponível em: < [http://www.linhadecodigo.com.br/artigos.asp?id\\_ac=458&pag=1](http://www.linhadecodigo.com.br/artigos.asp?id_ac=458&pag=1)>. Acesso em: 24 nov. 2008.

BATES, R. J. **GPRS General Packet Radio Service**. USA : McGraw-Hill, 2002.

BERNARDI, J.V.E. & LANDIM, P.M.B. **Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados**. DGA,IGCE,UNESP/Rio Claro, Lab. Geomática, Texto Didático 10, 31 pp. 2002.

BEIZER, B. **“Software Testing Techniques”**. New York, NY, USA: Van Nostrand Reinhold, 1990.

BONI, G. N. **Desenvolvimento de um Software de Coleta de Dados para Pesquisas de Campo Através de Dispositivos Móveis**. X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde. Florianópolis, p. 65-9, 2006.

BONIFÁCIO JR, José Maurício. **ASP. NET: Fundamentos para o desenvolvimento de aplicações Web em plataforma .NET**. 1. ed. São Paulo: Ed. Berkeley, 2001.

BRASCHE, G. Concepts, Services and Protocols of the New GSM Phase 2+ General Packet Radio Service. **IEEE Communication Magazine**, p. 94-104, Agosto. 1997.

BRAGAGNOLO, D. H. **.NET framework** - visão geral. Campinas, 2004. Disponível em: <<http://www.brdevelopers.net/BrPortal1/Artigos/overviewframework.aspx>>. Acesso em: 06 abr. 2004.

BROGDEN, Bill; MINNICK, Chris. **Guia do Desenvolvedor JAVA: Desenvolvendo E-Commerce com JAVA, XML e JSP**. 1 ed. São Paulo: Makron Books, 2002. p. 2.

BURÉGIO, V. A. A. **Desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis com .NET**. 2003. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Informational Systems for Land Resources Assessment**. Oxford: Oxford University Press, 1986. 220 p.

CÂMARA, G. et al. **SPRING: Interating remote sensingand GIS by object-oriented data molding**. **J. Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, 1998.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S.; **Princípios Básicos do Geoprocessamento**. In : Assad, E.; Sano, E.E.(eds.), Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura. Brasília, DF, EMBRAPA., 1998 (2a. edição, revista e ampliada).

CANDEIAS, A. L. B. **Base da dados para SIG ambiental**. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO**, 1998, Florianópolis. **Anais...**Florianópolis, 1998.

CARVALHO, M. M. P.**Geração de um Modelo Altimétrico Global**. Monografia de Iniciação à Pesquisa – Apresentada no curso de Graduação em Engenharia Cartográfica, do Instituto Militar de Engenharia. 50 p. 2007.

DALFOVO, O.. **A tecnologia do futuro Wi-Fi (Wireless Fidelity)**. Blumenau, 2003. Disponível em: <[http://campeche.inf.furb.br/siic/siego/docs/Artigo\\_Wireless\\_Uniplac\\_2003.pdf](http://campeche.inf.furb.br/siic/siego/docs/Artigo_Wireless_Uniplac_2003.pdf)>. Acesso em: 09 abr. 2005.

DANA, P. **Global Positioning System Overview**. Disponível em: <[http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps\\_f.html](http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html)>. Acesso em: 26 out. 2006. Austin, 1994.

DEITEL, H. M et al. **C# - como programar**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003.

DORNAN, A. **Wireless communication** – o guia essencial de comunicação sem fio. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

EL-SHEIMY, N., VALEO, C., HABIB, H. **Digital Terrain Modeling: Acquisition, Manipulation and Applications**. Norwood: Artech House, 2005. 257 p.

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

FUJISADA, H. et al. **ASTER DEM performance**. IEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. V.43. n. 12. 2707-2713, 2005.

FRAISSE, C.W. **Agricultura de Precisão – A tecnologia de GIS/GPS chega às fazendas**. 1998. Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br>>. Acesso em: 14 nov. 2010.

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.

HETZEL, Bill, **The Complete Guide to Software Testing - Second Edition**, John Wiley & Sons, 1988.

HIRANO, A. et. al. **Mapping from ASTER stereo image data: DEM validation and accuracy assessment**. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing. N. 57. 2003.

HOFMANN-WELLENHOF, B., LICHTENEGGER, H. e COLLINS, J. 1997. **Global Positioning System: theory and practice**. Springer Wien New York. 386 p.

HUTCHINSON, M. F. et al. The development of a topographic and climate database of africa. In: **International conference on integrating gis and environmental modelling**, 3., 1996, Sante Fe. Pro ceedings. . . [S.l.: s.n.], 1996.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2007. **RMBC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/>.

IETF. **Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax**. 1998. Disponível em <http://www.ietf.org/rfc/rfc2396.txt>. Acesso em: 09 set. 2006.

Imagem Aster GDEM. <<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp>>. Acesso: 21 de março de 2011.

INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. 2007. **RIBaC - Rede INCRA de Bases Comunitárias do GPS**. Disponível em: <http://ribac.incra.gov.br/>.

JAIN, Richa. **GPRS Simulations using ns-Network Simulator**. India, 2001. Dissertação (Bachelor of Technology and Master of Technology in Communications and Signal Processing) – Department of Electrical Engineering, Indian Institute of Technology Bombai.

JORGE, L. A .C. **Agricultura de Precisão. Workshop Agrosoft 2002**. Disponível em: <<http://www.agrosoft.com.br/ag2002/workshop>>. Acesso em: 1 nov. 2010.

KIEDAISCH, F., Pohl, M., Bauer, S. Ortmann, S., **Requirements Archaeology: From Unstructured Information to High Quality Specifications**, IEEE Transaction Software Engineer , 2001, pp. 304-305

KRAAK, M. J., ORMELING, F. J. **Cartography: visualization of spatial data**. Essex: Longman, 1996. 222 p.

KRUEGER,C.P.: **Investigações sobre aplicações de alta precisão do GPS no âmbito marinho**. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Departamento de Geociências, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.

LEMMENS, R.L.G. 1993. **Dynamic GPS height determination in the decimeter level for bathymetric applications**. Faculty of Geodetic Engineering, Delft University of Technology. 106 p.

LI, Z., ZHU, Q., GOLD, C. **Digital terrain Modeling: Principles and Methodology**. Boca Raton: CRC Press, 2004. 323 p.

LG, 2011. Smartphone LG GM750 com Windows Mobile 6.5. <http://www.lge.com/br/celular/aparelhos/LG-smartphone-GM750.jsp>. acessado em 2011.

McBRATNEY, A.; WHELAN, B.; ANCEV, T. **Future Directions of Precision Agriculture. Precision Agriculture**, v. 6, p. 7-23, 2005.

MEDEIROS, C. B.; PIRES, F. **Banco de dados e sistemas de informações geográficas**. In: \_\_\_\_\_. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: EMBRAPA – SPI / EMBRAPA – CPAC, 1998.

MELLO, F. L., DA SILVA, L. F. C. F. Cartographical Data Treatment Analysis for Real Time Three-Dimensional Terrain Visualization. In: DAVIS JR, C. A.,

MILLER, C. L., LAFLAMME, R. A. **The Digital Terrain Model – Theory and Application. Photogrammetric Engineering**. v. 24, n. 3, p. 433-442. 1958.

MILNER, A. J. R. G. **Is Computing an Experimental Science?** Relatório Técnico ECS-LFCS-86-1, University of Edinburgh, Department of Computer Science, Edinburgh - UK, Agosto, 1986.

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

MONICO, J. F. G., **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações**. 2.ed. – São Paulo: Editora UNESP, 2008.

MORIMOTO, C. E. Smartphones, Guia Prático. Porto Alegre, GDH Press & Sul Editores,2009.

MOURÃO, A. C. M; Rocha, C. H. B. **Desmistificando os aplicativos Microstation; Guia Prático para Usuários em Geoprocessamento**. Petrópolis, Rios de Janeiro. Os Autores. 2001.

MURAKAMI, E. **Uma infra-estrutura de desenvolvimento de sistemas de informação orientados a serviços distribuídos para agricultura de precisão**. 2006. 192 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MYERS, Glen. **The Art of Software Testing**. New York: Wiley, 1979.

NAMIKAWA, L. M. **Um método de ajuste de superfície para grades triangulares considerando linhas características. (Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada)** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil, 1995.

NASA. Ônibus espacial Endeavour acoplado ao radar IFSAR. Fonte: [http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/images/artwork/srtm\\_41\\_hi.jpg](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/images/artwork/srtm_41_hi.jpg). 2011.

\_\_\_\_\_. Imagens Satélite Terra, Sensor ASTER. <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gallerymap.asp>. 2011.

NETO, J. F. L. **Procedimento para interpolar valores nulos e negativos das imagens SRTM no Arcgis v10 extensão 3D Analyst.** CEDES. 21 p. Rio de Janeiro. 2010.

NÓBREGA, R. A. A.; SANTOS, C.; CINTRA, J. P. **Comparação quantitativa e qualitativa entre o modelo digital gerado pelo SRTM e por aerofotogrametria.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. p. 4437-4444.

NOAA - **National Oceanic and Atmospheric Administration**, 2001. ESI MAPS (<http://response.restoration.noaa.gov/esi/esiintro.html>).

PARMA, G. **Processamento de imagem ASTER para obtenção do MDE e da imagem ortorretificada do município de Palhoça, SC, Brasil.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 6019-6026.

PEUCKER, T. K., FOWLER, R. J. , LITTLE, J. J., MARK, D. M. **The triangulated irregular network. Proceedings of International Symposium on Cartography and Computing: Auto Carto 4**, Reston, Virginia, pp. 96- 103. November 4-8, 1979.

PIKE, R. J. **A bibliography of terrain modeling (geomorphometry), the quantitative representation of topography&supplement 4.0.** Menlo Park, CA: **USGS**, 2002. Disponível em: <<http://wrgis.wr.usgs.gov/open'file/of02'465/>> Acesso em: 03 jan 2008.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software.** 6a edição, Editora McGraw-Hill, 2006.

ROSEMBERG, D., Scott, K., **Driving Design: The Problem Domain, Software Development Magazine**, 2001, On-line de <http://www.sdmagazine.com>.

SANT'ANNA, S. J. S.; Freitas, C. C. **Um estudo monte carlo na avaliação de erro em modelos digitais de elevação.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. p3579'3586. CD-ROM.

SANTUCCI, J. **Enio Giotto, engenheiro florestal, especialista em georreferenciamento.** Conselho em revista / CREA-RS. Janeiro 2008.

SCHAEFER, C. **Protótipo de aplicativo para transmissão de dados a partir de dispositivos móveis aplicado a uma empresa de transportes.** 2004. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004

SCHACH, S. R. **Practical software engineering.** Irving-Aksen: Homewood, 1992.

SEJAS, M. I., Krueger, C. P., Heck, B., Seitz, K. **Análise da Qualidade de um Posicionamento Empregando Estações de Referência Virtuais** In: Anais do III COLÓQUIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODESICAS - Novos Desenvolvimentos em Ciências Geodésicas., Curitiba, 2003. v.1.

SEBEM, E. e BENEDETTI, A.C.P. . **Avaliação da eficiência de diferentes operações agrícolas utilizando técnicas de agricultura de precisão.** Cadernos do CR Campeiro N.º 4. Laboratório de Geomática . Santa Maria. 2009.

SEBEM, E.; GIOTTO, E. **Sistema de Gerenciamento de Coleções científicas de Plantas – CR - SISPLANT 1.0.** In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONE-SUL, 1999, Santa Maria. **Anais** ... Santa Maria: UFSM, 1999.

SHORTRIDGE, A. **Shuttle radar topography mission elevation data error and its relationship to land cover.** In: Cartography and Geography Information Science, vol 33. nº 1. p. 65-75, 2006.

SILVA, F. F.; CANDEIAS, A. L. B. **Dados SRTM: Como Utilizá-los? Um exemplo na Ilha de Itamaracá.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 2006, Florianópolis. Florianópolis: Departamento de Engenharia Cartográfica, 2006. p. 1-8. 1 CD-ROM.

SILVA; A. de B. **Sistemas Georeferenciados: conceitos e fundamentos** / – Campinas: Ed. da Unicamp, 2003.

SILVEIRA, L. N. da. **Obtenção das curvas de nível a partir das imagens SRTM - Shuttle Radar Topography Mission**. Revista A Mira – Agrimensura & Cartografia. Editora Luana. 154<sup>a</sup> Edição. Criciúma/SC. 2010.

SMITH, D. **Optimal predictors for compression of digital elevation models**. *Computers and Geosciences*, v.20, p.1137–1141, 1994.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 6a. ed. São Paulo Addison Wesley, 2003. 592p.

STAFFORD, J.V. Implementing precision agriculture in the 21st century. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v.76, n.3, p.267-275, 2000.

SWEBOK. **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge**. 2004 Version. project of the IEEE Computer Society Professional Practices Committee. Disponível em: <<http://www.swebok.org/>>. Acesso em: 15 dez. 2010.

STEWART, M.: **Quality control for RTK GPS surveying. Academic Lecture (GPS/Geodesy)** – Department of Spatial Sciences, Curtin University. Perth, 2001, 30 f.

TAURION, C. **Internet Móvel: Tecnologias, Aplicações e Modelos**. Rio de Janeiro, Campus, 2002.

Trimble Connecting The Dots On Connected Farm. disponível em <<http://www.precisionag.com/news/?storyid=2226#>> ultimo acesso: 04/04/2011.

VALERIANO, M.M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <http://delmonio.ecologia.ufrgs.br/labgeo/downloads/SRTM/publicacao.pdf> Acesso em: 08 out. 2010.

VALERIANO, M. M. . **Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. Anais ... Goiânia, GO, 2005. p. 1-8.

W3C. **Extensible Markup Language (XML) 1.0** Second Edition. 2000 Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2000/REC-xml-20001006>>. Acesso em: 16 out. 2006.



WEIBEL, R., HELLER, M. Digital terrain modelling. In: Maguire, D., Goodchild, M., Rhind, D. (ed.): **Geographical Information Systems: Principles and Applications**. Wiley & Sons, Inc., 1991. Cap 19.

WELCH, R. et. al. ASTER as a source for topographic data in the late 1990's. In: **IEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**. V.36. n. 4. 1282-1289, 1998

WIEGERS, K.E. **Software Requirements**. Microsoft, p. 22-44, 2000.

## **ANEXOS**

## **ANEXO I – Levantamento das funcionalidades dos módulos pretendidos.**

### **INTRODUÇÃO**

Este documento especifica as funcionalidades básicas dos módulos de sistema, Sistema de estruturação de modelos digitais de declividade do terreno do CR Campeiro 7 e Sistema móvel de agricultura de precisão, apresentando as características básicas destes dois módulos de software a ser desenvolvido.

### **1- FUNCIONALIDADES DO SISTEMA – MÓDULO IMAGENS SRTM/ASTER**

Aqui são descritas as funcionalidades principais do módulo para manipulação de imagens SRTM ou ASTER do CR Campeiro 7.

Convenções :

F00.XX onde :

F – funcionalidade;

00 – módulo de sistema;

XX – identificador sequencial da funcionalidade.

#### **F1.01 – Obter imagens SRTM, ASTER E GeoTiff**

Descrição:

Esta funcionalidade é onde o usuário irá realizar a abertura de imagens do tipo SRTM, ASTER ou GeoTiff.

#### **F1.02 – Mostrar informações dos metadados GeoTiff**

Descrição:

Esta funcionalidade será executada quando aberta uma imagem que possua metadados GeoTiff, mostrando assim uma breve descrição das características principais da imagem.

#### **F1.03 – Selecionar número de classes e padrões de cores**

Descrição:

A funcionalidade irá proporcionar ao usuário a possibilidade de definir o número de classes altimétricas e a correspondência com o número de classes de cores. Podendo trabalhar com 16 padrões de cores, os quais são estruturados em cinco, sete ou dez classes.

#### **F1.04 – Visualizar imagem base**

Descrição :

Nesta funcionalidade o usuário tem a possibilidade de escolher as classes de visualização altimétrica que serão estruturadas a partir da informação dos valores mínimo e máximo de

altitude e o intervalo fixo entre classes, e após estas definições irá gerar uma imagem, construindo assim um mapa hipsométrico no quadro imagem base.

#### F1.05- Selecionar número de classes e limites para os mapas de declividade

Descrição :

A funcionalidade irá proporcionar ao usuário a possibilidade de definir o número de classes de declividade e os limites entre elas, e logo após estas definições deverá gerar uma imagem, construindo assim um mapa hipsométrico no quadro imagem base.

#### F1.06 - Selecionar curva máxima, curva mínima e intervalo para os mapas de curva de nível

Descrição :

A funcionalidade irá proporcionar ao usuário a possibilidade de definir a curva máxima e mínima e o intervalo entre elas para montar um mapa de curva de nível, e após estas definições deverá gerar uma imagem, construindo assim um mapa hipsométrico no quadro imagem base.

#### F1.07 – Abrir arquivo de dados vetoriais para sobreposição ou recorte sobre a imagem base

Descrição :

Esta funcionalidade irá possibilitar ao usuário à recuperação de um talhão a partir das coordenadas (E,N), descritas em um arquivo vetorial, sobre a imagem base ou recortar a área interna deste talhão. Poderá ainda ser expandido pela aplicação de um “buffer” de contorno.

#### F1.08 – Selecionar talhão de produtor já cadastrado para sobreposição ou recorte sobre a imagem base

Descrição:

Esta funcionalidade irá possibilitar ao usuário a seleção de um talhão já cadastrado no sistema e irá realizar as mesmas operações da funcionalidade F07.

#### F1.09 – Exportar arquivo da grade de pontos altimétricos

Descrição:

Nesta funcionalidade será possível exportar os pontos altimétricos do interior das áreas criadas nas funcionalidades F07 ou F08 em sete formatos, de acordo com a necessidade de utilização.

Formatos:

- *shapefile* de pontos (\*.shp)
- *shapefile* de células (\*.shp)
- Arquivo grade do formato do programa Spring - (\*.spr)

- Arquivo grade em formato de texto (\*.txt)
- Arquivo em formato VET nativo do CR Campeiro 7 (\*.vet)
- Arquivo formatado em texto para importação na geração de modelos digitais de agricultura de precisão. (\*.txt)
- Arquivo formatado em texto para importação em visualização de imagens em 3D no sistema campeiro.

#### F1.10 – Gerar modelo digital de altitudes e declividades

##### Descrição:

Esta funcionalidade irá proporcionar ao usuário a geração de modelos digitais de altitude e de declividade a partir da geração do arquivo altimétrico.

No caso da geração de modelos de declividade são ofertados quatro algoritmos para processamento dos dados:

Algoritmo de Zevenbergen-Thorne.

##### Descrição :

Este algoritmo irá representar uma superfície côncava onde cada célula possui uma unidade de medida de elevação (componente Z), de um MDE com determinada resolução espacial. Os valores L, representam a distância entre duas cotas de elevação. Trata-se de uma janela flutuante (móvel), de dimensão 3x3, que utiliza 9 pixels para calcular o valor do pixel central (Z5). Assim que é calculado o valor de um pixel, a janela é centralizada no pixel seguinte até que seja calculado todo o MDE como nos é mostrado abaixo .

$$Z = f(x, y) = Ax^2y^2 + Bx^2y + Cxy^2 + Dx^2 + Ey^2 + Fxy + Gx + Hy + I$$

$$A = \left[ \frac{(z_1 + z_3 + z_7 + z_9) / 4 - ((z_2 + z_4 + z_6 + z_8) / 2) + z_5}{L^4} \right]$$

$$B = \left[ \frac{(z_1 + z_3 + z_7 + z_9) / 4 + (z_2 - z_8) / 2}{L^3} \right]$$

$$C = \left[ \frac{(z_1 + z_3 + z_7 + z_9) / 4 + (z_4 - z_6) / 2}{L^3} \right]$$

$$D = \left[ \frac{(z_4 + z_6) / 2 - z_5}{L^2} \right]$$

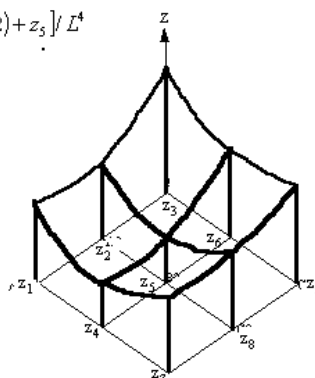
$$E = \left[ \frac{(z_2 + z_8) / 2 - z_5}{L^2} \right]$$

$$F = \frac{-z_1 + z_3 + z_7 - z_9}{4L^2}$$

$$G = \frac{-z_4 + z_6}{2L}$$

$$H = \frac{z_2 - z_8}{2L}$$

$$I = z_5$$



##### Algoritmo de Horn

##### Descrição :

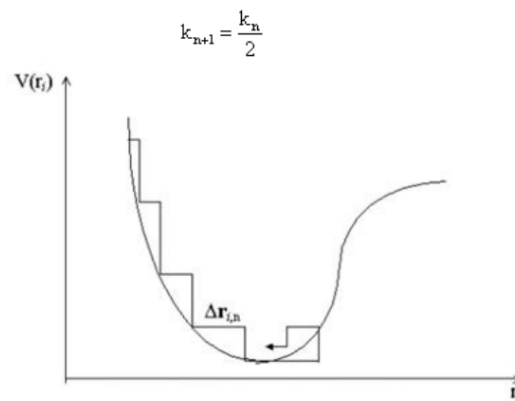
Este algoritmo calcula o declive tendo em conta os valores de elevação dos oito vizinhos mais próximos da célula estudada, mas com maior peso para os vizinhos mais próximos da diagonal. O valor obtido é atribuído ao ponto central (Z).

$$\left. \begin{aligned} S_x &= \frac{(Z_{nw} + 2Z_w + Z_{sw}) - (Z_{ne} + 2Z_e + Z_{se})}{8c_x} \\ S_y &= \frac{(Z_{nw} + 2Z_n + Z_{ne}) - (Z_{sw} + 2Z_s + Z_{se})}{8c_y} \end{aligned} \right\} S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \quad Pte(\%) = S \times 100$$

Algoritmo do Máximo Gradiente (Método de Cauchy).

Descrição :

Neste algoritmo o gradiente aponta na direção de maior crescimento da função no ponto, o método procura em cada ponto caminhar na direção oposta ao gradiente. Portanto, a direção de busca é a direção oposta ao gradiente.



Algoritmo da Média dos Gradientes.

Descrição :

Este algoritmo é o mais simples ele considera que os nodos fixos são definidos como uma média dos valores vizinhos observados. Considera então um retângulo com tamanho e forma igual ao da célula da grade. Se há vários valores observados na vizinhança do nodo da grade, o valor que fixado para o nodo é igual a média aritmética dos valores contidos no retângulo.

#### F1.11 – Gerar visualização 3D

Descrição:

Esta funcionalidade proporcionara ao usuário a visualização de entidades tridimensionais , manipulando imagens georreferenciadas. Baseada em imagens geradas dos modelos de altimetria e declividade.

## 2- FUNCIONALIDADES DO SISTEMA – MÓDULO MÓVEL DE AP

Aqui são descritas as funcionalidades principais do módulo Sistema móvel de comunicação e rastreabilidade do CR Campeiro 7.

Convenções :

F00.XX onde :

F – funcionalidade;

00 – módulo de sistema;

XX – identificador sequencial da funcionalidade.

### F2.01 - Acesso ao módulo de comunicação e rastreabilidade

Descrição:

Esta funcionalidade possibilita ao usuário o acesso à área do módulo de sistema onde existem as funções de uso de GPS, transmissão e recepção de dados.

### F2.02 – Acesso a GPS

Descrição:

Esta funcionalidade irá proporcionar o acesso às funções de escolha de conexão GPS, podendo iniciar ou para seu funcionamento. Também deverá mostrar informações como coordenadas geográficas e UTM, altitude e zona UTM. E também dar acesso a parte de navegação, registro e transmissão.

### F2.03 - Tela navegação

Descrição:

Nesta funcionalidade serão mostrados aos usuários informações de velocidade, projeção, azimute, meridiano central, tempo GPS e os satélites existentes.

### F2.04 - Função de transmissão

Descrição:

A funcionalidade será disponibilizada para usuários que possuam um código e senha para acessar um servidor remoto. Poderá ser trabalhado coma transmissão de dados de arquivos de levantamento ou por dados espacializados(GeoDados). E proporcionar acesso a parte de transmissão por upload.

### F2.05 – Função de transmissão on-line

Descrição:

Esta funcionalidade irá estabelecer a conexão no formato de sincronia onde o dispositivo móvel conecta-se a um servidor web remoto por GPRS e o usuário poderá escolher o

intervalo de transmissão e um código do equipamento para que o servidor possa gerenciar e acompanhar um ou mais dispositivos conectados.

#### F2.06 - Transmissão por upload

Descrição:

Nesta funcionalidade o usuário poderá transmitir dados via navegador WEB utilizando o código de usuário e senha e selecionar qual arquivo deseja enviar por *upload*.

#### F2.07 - Módulo Desktop para transmissões online

Descrição:

Nesta funcionalidade irá ser fornecido um número do usuário e senha, e também o ano e data, podendo escolher o tipo transmissão, sendo:

- Dados,
- Arquivos e
- Transmissão de posição on-line.

#### F2.08 - Módulo Desktop navegação remota

Descrição:

Nesta funcionalidade os elementos de navegação obtidos na funcionalidade F2.07 irão mostrar de forma gráfica, o rumo da orientação em caso de deslocamento, a velocidade em km/h, e a altitude da posição recebida. Ainda será mostrada a sentença NMEA que é obtida na recepção com o receptor GPS. E estarão disponíveis as operações de transmissão e de recepção de sinal de posição.



## ANEXO II – Quadros comparativos de sistemas utilizados na agricultura de precisão.

Nome da Empresa/ Instituição	Nome do Software	Descrição do Software	Open Source /Custo
Farm Works Software <a href="http://www.farmworks.com">http://www.farmworks.com</a>	Farm Trac	<i>Introdutório</i> , mantém registros e mapas da propriedade. Integra com outros softwares da Farm Works para aumentar a sua capacidade.	Não/US\$300.00
Farm Works Software <a href="http://www.farmworks.com">http://www.farmworks.com</a>	Quick Yields	<i>Introdutório</i> , software monolítico para visualizar e imprimir mapas com dados de campo.	Não/Gratuito
SIGA Farm Software <a href="http://www.siga.net">http://www.siga.net</a>	SigaField for Windows	<i>Introdutório</i> , software para gerenciamento de talhões com módulo para análise de custo/benefício, geração de mapas de recomendações de fertilizantes e registro de informações de campo.	Não/US\$395.00
BCL LandView Systems Inc. <a href="http://www.landview.com">http://www.landview.com</a>	WinCrop	<i>Introdutório</i> , mantém registros das produções. O Wincrop é utilizado para gerenciar propriedades e talhões.	Não/ US\$249.00
BCL LandView Systems Inc. <a href="http://www.landview.com">http://www.landview.com</a>	FarmView Record Keeper	<i>Introdutório</i> , mantém registros de dados de produção e planejamento. É um sistema de informações para gerenciamento da propriedade. Pode ser integrado ao Land View Mapper Lite.	Não/ US\$599.00
John Deere <a href="http://www.deere.com">http://www.deere.com</a>	JDMap	<i>Introdutório</i> , software de mapeamento de campo usado com o sistema GreenStar. Fornece funcionalidades básicas de mapeamento de talhões.	Não/ US\$560.00
Farm Works Software <a href="http://www.farmworks.com">http://www.farmworks.com</a>	Farm Site	<i>Avançado</i> , software para mapear a propriedade que inclui as ferramentas Quick Yield e FarmSite Mobile. Requer o módulo FarmTrac.	Não/ US\$450.00
Farm Works Software <a href="http://www.farmworks.com">http://www.farmworks.com</a>	Farm Site Pro	<i>Avançado</i> , software para registro e mapeamento de talhões usando coordenadas reais. Possui funções multi-layers e é multi-usuário. Inclui as ferramentas Quick Yield e FarmSite Mobile.	Não/ US\$1,500.00
BCL LandView Systems Inc. <a href="http://www.landview.com">http://www.landview.com</a>	LandView Mapper Pro	<i>Avançado</i> , pacote para geração de mapas multi-usuário, multi-layers e GPS. Pode ser integrado ao LandView DSS Pro.	Não/ US\$899.00
BCL LandView Systems Inc. <a href="http://www.landview.com">http://www.landview.com</a>	LandView DSS Pro	<i>Avançado</i> , mantém registros de propriedade, é multi-usuário e faz análise de mapas. Pode ser integrado ao LandView Mapper Pro.	Não/ US\$1,999.00
SST Development Group, Inc. <a href="http://www.sstdevgroup.com">http://www.sstdevgroup.com</a>	SSToolkit	<i>Avançado</i> , sistema para gerenciamento de dados espaciais agrícolas na plataforma ARCVIEW GIS. Módulos adicionais podem ser adicionados.	Não/ US\$3,000.00
SST Development Group, Inc. <a href="http://www.sstdevgroup.com">http://www.sstdevgroup.com</a>	SSToolbox	<i>Profissional</i> , sistema para gerenciamento de dados espaciais agrícola, na plataforma ARCVIEW GIS e Surfer, para usuários avançados.	Não/US\$9,000.00
Linnet Geomatics <a href="http://www.linnet.ca">http://www.linnet.ca</a>	Croplands-The System	<i>Profissional</i> , software com recursos de SIG que cobre grande parte das operações de gerenciamento dos serviços envolvidos na produção agrícola.	Não/US\$22,500.00
ESRI <a href="http://www.esri.com">http://www.esri.com</a>	ARCVIEW GIS	<i>GIS Profissional</i> , software usado em várias áreas para mapeamento e sistemas de informações geográficas. É uma ferramenta para mostrar, consultar e analisar informações espaciais. <i>Não possui customização para a agricultura.</i>	Não/US\$1,195.00
MapInfo Corporation <a href="http://www.mapinfo.com">http://www.mapinfo.com</a>	MapInfo Professional	<i>GIS Profissional</i> , software usado em várias áreas para mapeamento e sistemas de informações geográficas. MapInfo Corporation fornece módulos adicionais para necessidades específicas de mapeamento. <i>Não possui customização para a agricultura.</i>	Não/US\$1,950.00

Quadro I.1 – Características gerais dos sistemas (Murakami ,2006).

Nome da Empresa/ Instituição	Nome do Software	Mapa Ligado a Banco de Dados	SIG	Importação/ Exportação de Dados	Suporte à Web
Farm Works Software <a href="http://www.farmworks.com">http://www.farmworks.com</a>	Farm Site	sim	sim	ARCVIEW shape files, ASCII, DLG, BMP, TIFF, PCX, GIF, JPEG	Não
Farm Works Software <a href="http://www.farmworks.com">http://www.farmworks.com</a>	Farm Site Pro	sim	sim	ARCVIEW shape files, ASCII, DLG, BMP, TIFF, PCX, GIF, JPEG	Não
BCL LandView Systems Inc. <a href="http://www.landview.com">http://www.landview.com</a>	LandView Mapper Pro	Requer o LandView Farm Setup Utility	sim	BMP, DXF	Não
BCL LandView Systems Inc. <a href="http://www.landview.com">http://www.landview.com</a>	LandView DSS Pro	Requer o LandView Farm Setup Utility	sim	BMP, DXF	Fornecer serviço de mapeamento e gerenciamento da produção através do LANDVIEW ON-LINE™
SST Development Group, Inc. <a href="http://www.sstdevgroup.com">http://www.sstdevgroup.com</a>	SSToolkit	sim	sim	DXF, MapInfo formats, AgNavigator (.fif, .pts, .pdt), FieldLink, Atlas, SGIS, AgView (muitos outros formatos)	Não
SST Development Group, Inc. <a href="http://www.sstdevgroup.com">http://www.sstdevgroup.com</a>	SSToolbox	sim	sim	DXF, MapInfo formats, AgNavigator (.fif, .pts, .pdt), FieldLink, Atlas (.bna), SGIS, AgView (muitos outros formatos)	Não
Linnet Geomatics <a href="http://www.linnet.ca">http://www.linnet.ca</a>	Croplands-The System	sim	sim	A maioria dos formatos	Não
ESRI <a href="http://www.esri.com">http://www.esri.com</a>	ARCVIEW GIS	sim	sim	DXF, DWG, DGN, MIF, .E00, BMP, TIFF, shape, WMP, JPEG, EPS	Internet Mapping: Internet Mapping Server (IMS), ArcIMS e ArcWeb Services, o pacote de SIG Web Services.
MapInfo Corporation <a href="http://www.mapinfo.com">http://www.mapinfo.com</a>	MapInfo Professional	sim	sim	DXF, MIF, GIF, TIFF, BMP, ASCII, DBF, XLS, MDB	Fornecer o MapXtreme® for Windows e o MapXtreme® Java Edition, permite criar aplicações servidoras que permitem manipular mapas através de browsers.

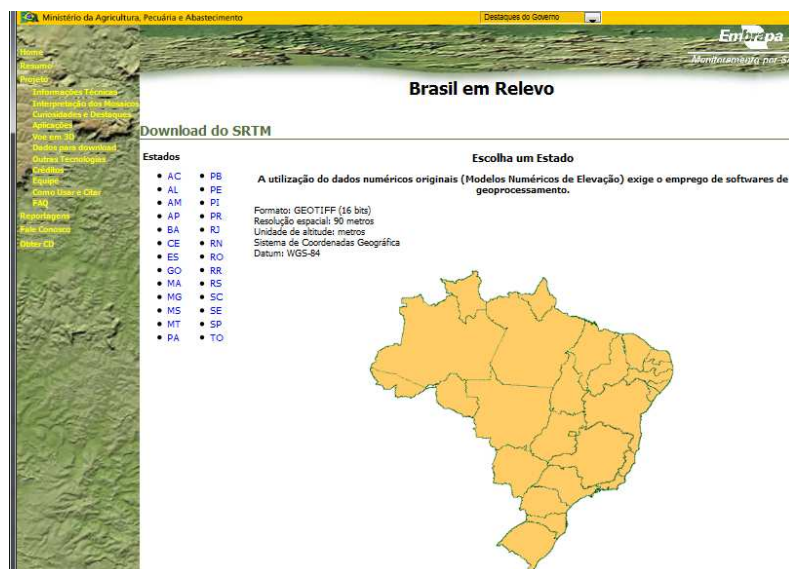
Quadro I.2 – Capacidade de manipulação de mapas(Murakami ,2006).

Nome da Empresa/ Instituição	Nome do Software	Sensor. Remoto / Imagens	Monitores de Produtividade / GPS	Ger. de Dados de Registro
Farm Works Software <a href="http://www.farmworks.com">http://www.farmworks.com</a>	Farm Site	Sim	AgLeader (all formats), MicroTrak (all formats), RDS, Springhill Eng. Ag Navigator, JDMap (yield)	Não
Farm Works Software <a href="http://www.farmworks.com">http://www.farmworks.com</a>	Farm Site Pro	Sim	AgLeader (all formats), MicroTrak (all formats), RDS, Springhill Eng. Ag Navigator, JDMap (yield)	Sim
BCL LandView Systems Inc. <a href="http://www.landview.com">http://www.landview.com</a>	LandView Mapper Pro	Sim	Não	Não
BCL LandView Systems Inc. <a href="http://www.landview.com">http://www.landview.com</a>	LandView DSS Pro	Sim	AgLeader, MicroTrak, JD Greenstar, AGCO and ASCII	Sim
SST Development Group, Inc. <a href="http://www.sstdevgroup.com">http://www.sstdevgroup.com</a>	SSToolkit	Sim	Ag Leader Advanced (.txt), JDMap (.txt), MicroTrak (.txt, .mty, .dbf), Ag Navigator (.yif), HarvestMaster (.txt)	Requer configurar tabelas do banco de dados
SST Development Group, Inc. <a href="http://www.sstdevgroup.com">http://www.sstdevgroup.com</a>	SSToolbox	Sim	Ag Leader Advanced (.txt), JDMap (.txt), MicroTrak (.txt, .mty, .dbf), Ag Navigator (.yif), HarvestMaster (.txt) RDS, AGCO (txt)	Requer configurar tabelas do banco de dados
Linnet Geomatics <a href="http://www.linnet.ca">http://www.linnet.ca</a>	Croplands-The System	Sim	Qualquer monitor	Sim
ESRI <a href="http://www.esri.com">http://www.esri.com</a>	ARCVIEW GIS	Sim	ASCII	Requer configurar tabelas do banco de dados
MapInfo Corporation <a href="http://www.mapinfo.com">http://www.mapinfo.com</a>	MapInfo Professional	Sim	ASCII	Requer configurar tabelas do banco de dados

Quadro I.2 – Capacidade de interconexão e interoperabilidade (Murakami ,2006).

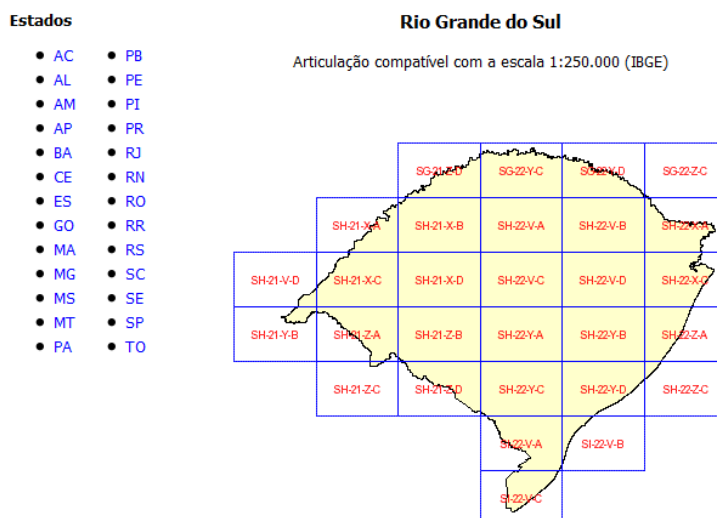
### ANEXO III - Passos para aquisição de imagens SRTM – EMBRAPA.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa disponibiliza imagens no site: (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>). Ao acessar o site será exibida a seguinte tela :



A partir dela você poderá selecionar o estado da federação onde se encontra a área que deseja adquirir a imagem SRTM desejada. Ao selecionar o estado será mostrado ao usuário uma tela com as imagens articuladas em folhas topográficas do IBGE, como é mostrado na imagem abaixo.

#### Download do SRTM // Rio Grande do Sul




Os modelos estão em Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum WGS84.

Após a seleção de qual articulação deseja, será disponibilizada a articulação em escala 1:250.000, sistema de coordenadas geográficas e no Datum WGS84 em um link para download de internet o um “link” para realizar, ao clicar no link será mostrada uma mensagem para abrir ou salvar o arquivo, que encontra-se compactado formato zipfle.

**Rio Grande do Sul**

Articulação compatível com a escala 1:250.000 (IBGE)

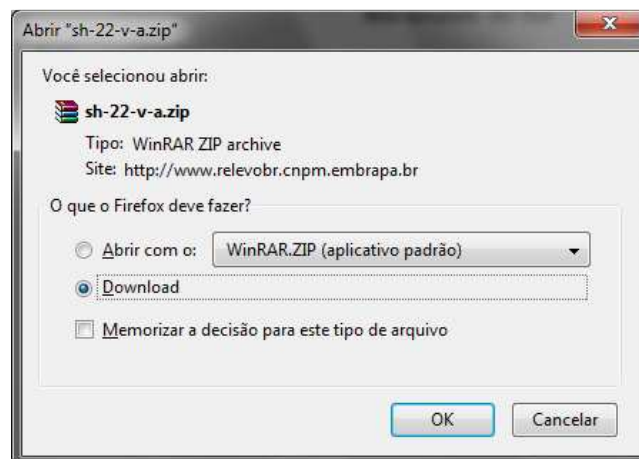
**Carta SH-22-V-A**



**Arquivo para Download: 2085 KBytes**

**Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum WGS84**

[Voltar](#)



Após o término do da operação de download deve-se descompactar o arquivo, serão mostrados três arquivos de formatos diferentes , mas basta descompactar apenas o de extensão TIF que é na verdade uma GeoTIFF com o modelo SRTM de dados.

Name	Size	Packed	Type
..			Folder
sh-22-v-a.aux	7.785	2.449	File aux
sh-22-v-a.rrd	367.632	200.741	File rrd
SH-22-V-A.tif	4.325.574	1.931.538	File tif

## ANEXO IV - Passos para aquisição de imagens ASTER.

O site ASTER GDEM disponibiliza gratuitamente imagens ASTER, produto é georreferenciado no Datum WGS84 em coordenadas geográficas e pode ser obtidos no link de internet: (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>). Ao acessar o site será exibida a seguinte tela :

**ASTER GDEM** English 日本語

**Introduction**

- Top
- Importance notice
- Overview
- Use of this site
- Inquiry
- FAQ

**Operation**

- Login
- Register & Modification
- Search
- Backlog reference

**What's New**

- ASTER GDEM distribution started on June 29, 2009.
- **Backlog Download (October 22, 2009)**  
**The number of tiles recorded in backlog and ready to download has been increasing. Unless downloading is completed within 72 hours after Ready to Download Notice is emailed to user's registered email address, this downloading moves into reprocessing, which is expected to require substantial time to complete.**  
**Therefore, it is strongly recommendable for user to download promptly after receiving Ready to Download Notice.**

From October 16, maximum 1000 tiles became downloadable.  
 If you try to download more than 100 tiles, the first 100 tiles are immediately downloaded.  
 Meanwhile, the 101st or later tiles are recorded in backlog, and prepared to be downloaded when system has enough resources.

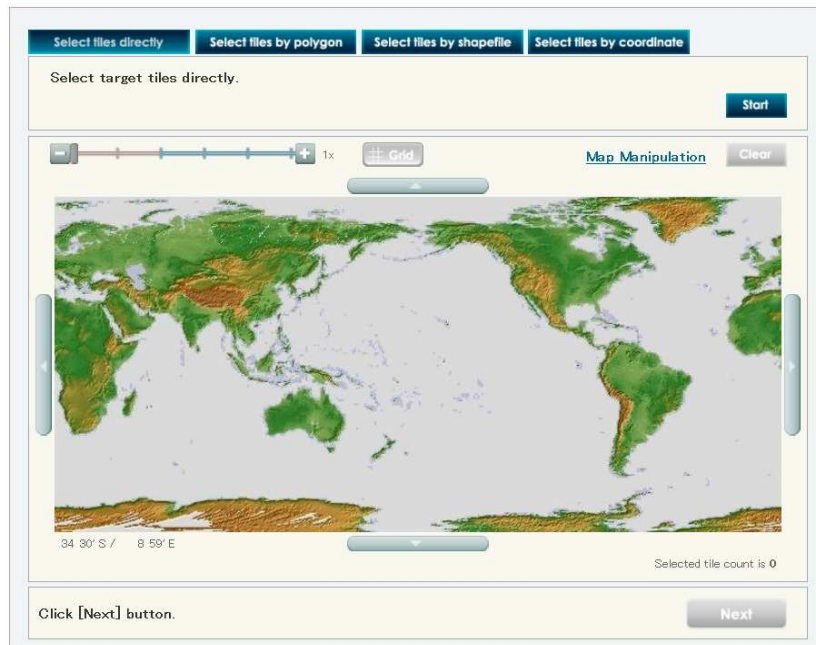
You can check the status of your downloading on "Backlog reference" page, and download prepared tiles from there.  
 Ready for Download Notice will be emailed to your registered email address.  
 Unless downloading is completed within 72 hours from ready to download, this downloading is re-placed at the end of the waiting list.  
 Also, the second downloading is regarded as cancelled if it is not downloaded within 72 hours.

Deve-se então acessar o item do menu operações e clicar no item procurar, após isto é mostrada a seguinte tela, onde são disponibilizadas as formas de aquisição de imagens por quadrículas, delineamento por polígono, utilizando arquivo *shapefile*, ou por digitação de coordenadas.



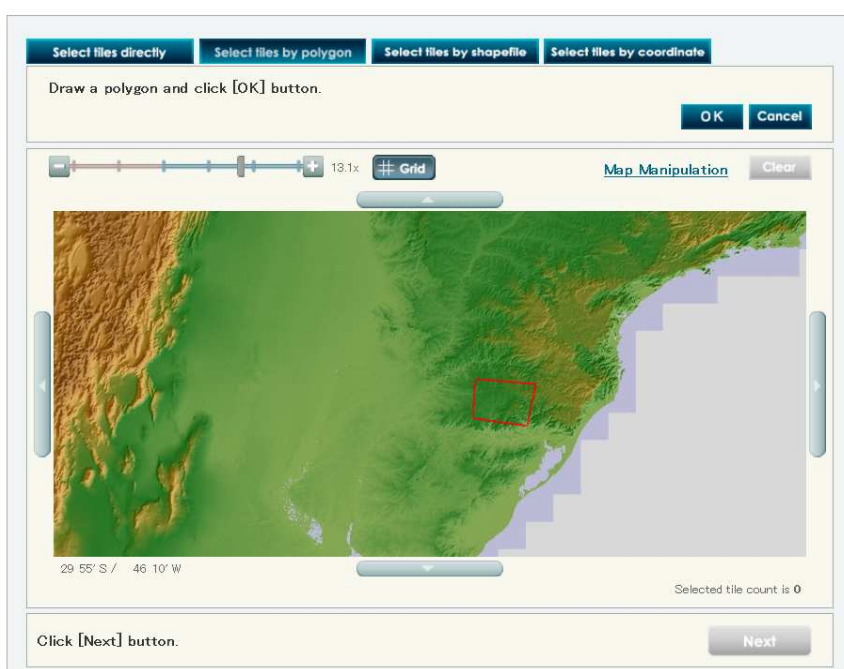
### Seleção por quadrículas

O usuário deve habilitar o item  Grid > para melhor visualização da área que deseja extrair as informações.



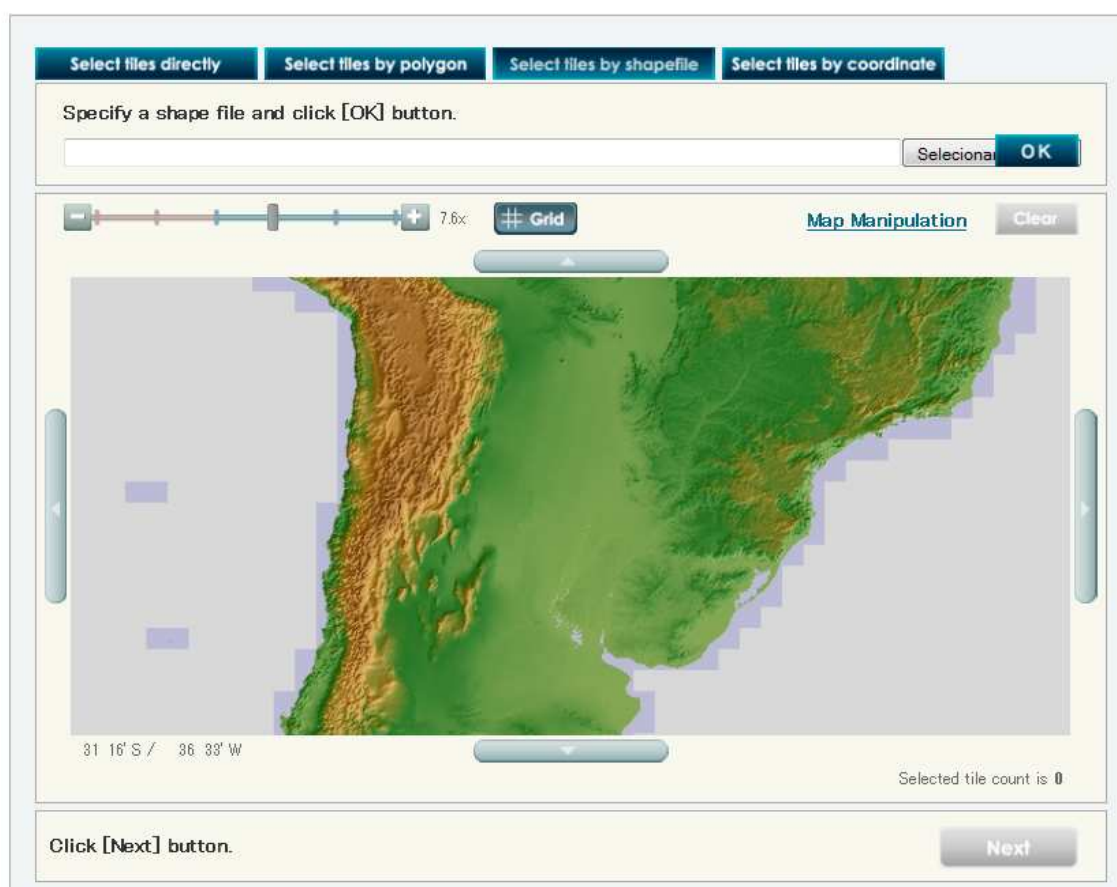
## Seleção por polígono

Para selecionar um polígono é necessário clicar no botão , selecionar a área que deseja clicando nos pontos extremos do polígono desejado, ao final clicar no botão  para confirmar, ou no botão  para refazer a seleção do polígono.



## Seleção com arquivos de contorno shapefile

Para fazer este tipo de seleção deve-se clicar no botão < Selecionar Arquivo > procurar um arquivo de contorno ou que possua coordenadas da área que pretende extrair, e logo após a seleção do arquivo, confirmar clicando no botão < OK >.



## Seleção com arquivos de contorno shapefile

Nesta opção o usuário deverá delimitar os cantos de uma área retangular, com suas respectivas coordenadas de canto, digitando as latitudes e longitudes desejadas e clicando no botão < OK > para confirmar.

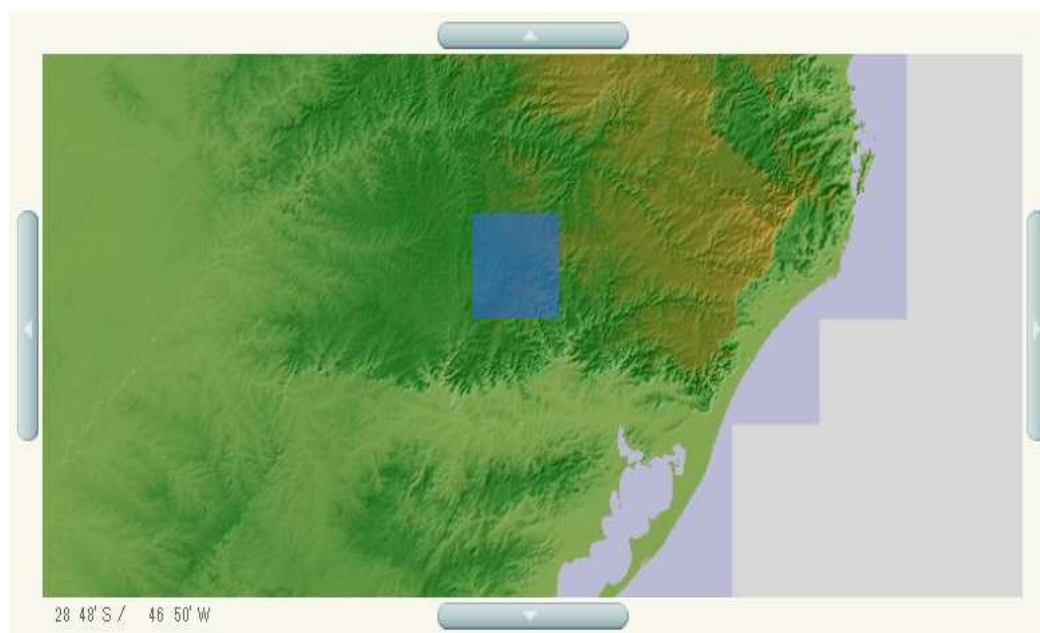
Specify region.



Latitude  28.27 –  28.29  
Northern Edge : 0-83      Southern Edge : 0-83

Longitude  52.47 –  52.44  
Western Edge : 0-180      Eastern Edge : 0-180



Então será mostrado um polígono delimitando a região desejada.



Depois de qualquer uma das formas de aquisição deve-se clicar no botão  e será mostrada uma tela informando a composição de um arquivo no formato *zipfile* que foi disponibilizado para download, basta então clicar em  para prosseguir.

Tile list		Tile count is 1 (checked to delete 0)
Selected tiles for downloading	location	
<input checked="" type="checkbox"/> ASTGTM_S29W053.zip	S29 - S28, W053 - W052	

Mesmo as imagens ASTER sendo disponibilizadas de forma gratuita o usuário deverá realizar um cadastro que irá lhe proporcionar um nome de usuário e senha para realizar a

transferência dos arquivos, caso já possua cadastro basta informar o nome de usuário e senha como é apresentado na tela abaixo .

Enter user ID.

**Failed to login**

Username

Password

Click [Login] button.

Click [Register] button.

Antes de prosseguir deverá informar qual a finalidade de uso do produto que está adquirindo e concordar com os termos de utilização dos dados provenientes da imagem.

**Agreement**

- Before downloading ASTER GDEM tiles, firstly choose a category from the pulldown menu below. Then, you are required to agree to the "ASTER GDEM Policy".

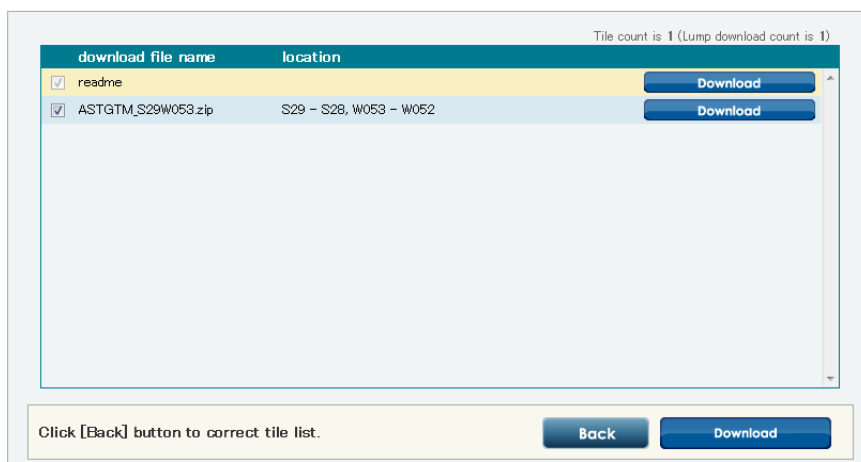
Select purpose.

**ASTER GDEM Policy**

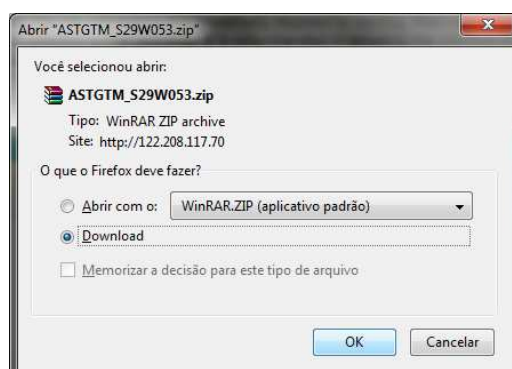
- I agree to redistribute the ASTER GDEM only to individuals within my organization or project of intended use or in response to disasters in support of the GEO Disaster Theme. (Required)
- When presenting or publishing ASTER GDEM data, I agree to include "ASTER GDEM is a product of METI and NASA."

Click [Agree] button.

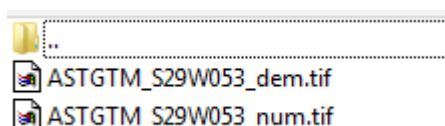
Então é mostrada uma tela que disponibiliza, na forma de itens, arquivos para downloads, dentre eles um explicativo e outro a imagem em si.



Basta então clicar em <  > será mostrada uma mensagem para abrir ou salvar o arquivo, que encontra-se compactado formato zipfile.



Após o término do da operação de download deve-se descompactar o arquivo, serão mostrados dois arquivos de mesmo formato TIFF, mas representando o modelo digital de elevação e o modelo numérico do terreno.



## ANEXO V – Informações sobre o formato GeoTIFF.

O formato GeoTIFF inclui um nível adicional de abstração sobre o modelo do formato TIFF, de forma a permitir o armazenamento de informações de georreferenciamento e de geocodificação de imagens, conforme os conceitos adotados pelo padrão GeoTIFF.

O modelo GeoTIFF foi projetado para armazenar os parâmetros de projeções em um conjunto de “Chaves” (GeoKeys), que são de função virtualmente idênticas às das Etiquetas, embora contendo um nível a mais de abstração sobre o formato TIFF. Efetivamente, tais Chaves ou GeoKeys são uma forma de Meta-Etiquetas (MetaTags).

Essa abordagem de Chaves ou Meta-Etiquetas permite codificar dúzias de elementos de informações cartográficas utilizando apenas seis Etiquetas, reservadas dentro do padrão TIFF, denominadas Etiquetas GeoTIFF (GeoTags), que seguem estritamente o padrão TIFF em sua estrutura e organização.

Abaixo, estão indicados os códigos numéricos e a denominação das seis Etiquetas adotadas no padrão GeoTIFF:

Número da Etiqueta	Denominação da Etiqueta GeoTIFF(GeoTag)
33922	ModelTiePointTag
33550	ModelPixelScaleTag
34264	ModelTransformationTag
34735	GeoKeyDirectoryTag
34736	GeoDoubleParamsTag
34737	GeoAsciiParamsTag

Quadro IV.1 – Meta etiquetas Etiquetas mais comuns (Vasconcelos, 2002)

Número	Denominação da <i>Chave</i>	<i>Descrição</i>	<i>Exemplos de Utilização</i>
1024	<b>GTModelTypeGeoKey</b>	Indica o código do modelo de <i>Sistema de Coordenadas</i> adotado na imagem	Código 1 = Sistemas de Coordenadas com Projeção Código 2 = Sistema de Coordenadas Geográficas Código 3 = Sistema de Coordenadas Geocêntricas
1025	<b>GTRasterTypeGeoKey</b>	Define o código do <i>Sistema de Coordenadas do Espaço Raster</i>	Código 1 = <i>RasterPixelsArea</i> (Pixel corresponde a uma área) Código 2 = <i>RasterPixelsPoint</i> (Pixel corresponde a um ponto)
1026	<b>GTCitationGeoKey</b>	Chave de Citação: informa, em caracteres ASCII, a configuração geral do Arquivo <i>GeoTIFF</i>	" <i>GeoTIFF, versão 1.0</i> "
2048	<b>GeographicTypeGeoKey</b>	Define o código do tipo de <i>Sistema de Coordenadas Geográficas (GCS)</i>	Código 4291 = <i>GCS_SAD69</i> Código 4326 = <i>GCS_WGS_84</i> etc.
2049	<b>GeogCitationGeoKey</b>	Chave de Citação: informa, em caracteres ASCII, as referências do <i>Sistema de Coordenadas Geográficas (GCS)</i> do Arquivo <i>GeoTIFF</i>	" <i>Datum Geodésico: SAD69</i> " " <i>Datum Geodésico: WGS84</i> "
2050	<b>GeogGeodeticDatumGeoKey</b>	Especifica o código do <i>Datum Geodésico</i> utilizado	Código 6225 = <i>Datum_Corrego_Alegre</i> Código 6291 = <i>Datum_South_American_Datum_1969</i> Código 6326 = <i>Datum_WGS84</i>
2052	<b>GeogLinearUnitsGeoKey</b>	Indica a unidade linear para o caso de <i>Sistema de Coordenadas Geográficas (GCS)</i> definido pelo Usuário.	Código 9001 = <i>Linear_Meter</i> Código 9002 = <i>Linear_Foot</i> etc.
2054	<b>GeogAngularUnitsGeoKey</b>	Indica o código da unidade angular adotada para o caso de <i>Sistema de Coordenadas Geográficas (GCS)</i> definido pelo Usuário, bem como para o <i>Elipsóide</i> .	Código 9101 = <i>Angular_Radian</i> Código 9102 = <i>Angular_Degree</i> etc.
2056	<b>GeogEllipsoidGeoKey</b>	Especifica o código do <i>Elipsóide</i> usado no <i>Datum Geodésico</i> do <i>Sistema de Coordenadas Geográficas(GCS)</i> .	Código 7008 = <i>Ellipse_Clarke_1866</i> Código 7030 = <i>Ellipse_WGS_84</i> etc.
3072	<b>ProjectedCSTypeGeoKey</b>	Indica o código do <i>Sistema de Coordenadas Projetadas(PCS)</i> utilizado:( <i>Sist. Coord. Geográficas(GCS)</i> + <i>Método.Transf. Coord.</i> + <i>Parâmetros de Projeção</i> ) vinculados a cada código.	Código 29179 = <i>PCS_SAD_69_UTM_zone_19S</i> Código 32767 = Definido pelo Usuário
3073	<b>PCSCitationGeoKey</b>	Chave de Citação: informa, em caracteres ASCII, a referência ao <i>Sistema de Coordenadas Projetadas(PCS)</i> , principalmente se for "Definido pelo Usuário"	" <i>UTM Zona 10 / NAD 27</i> " " <i>CT_LambertConfConic_2SP</i> " " <i>CT_Polyconic</i> "
3074	<b>ProjectionGeoKey</b>	Especifica o código da <i>Projeção</i> utilizada: ( <i>Mét. Transf. Coord.</i> + <i>Parâmetros de Projeção</i> ) vinculados a cada código.	A não ser que exista na lista de Projeções padrões do <i>GeoTIFF</i> , o código é 32767 (Definido pelo Usuário)
3075	<b>ProjCoordTransGeoKey</b>	Define apenas o código do <i>Método de Transformação de Coordenadas</i> utilizado na imagem, sem haver nenhum <i>Parâmetro de Projeção</i> vinculado.	Código 8 = <i>CT_LambertConfConic_2SP</i> Código 10 = <i>CT_LambertAzimEqualArea</i> Código 22 = <i>CT_Polyconic</i>
3076	<b>ProjLinearUnitsGeoKey</b>	Define o código da unidade linear utilizada pela <i>Projeção</i>	Código 9001 = <i>Linear_Meter</i> Código 9002 = <i>Linear_Foot</i> etc.

Quadro IV.2 Quadro Descritivo Sintético de Chaves GeoTIFF da etiqueta 34735 (Vasconcelos, 2002)

3078	<b>ProjStdParallel1GeoKey</b>	Informa a Etiqueta Responsável pelo armazenamento do conjunto de dados que contém esta informação, cujo valor define a <i>Latitude do Primeiro Paralelo Padrão</i> da Projeção da imagem.	Valor = -23.666660 (Paralelo Sul – Projeção <i>Cônica Conforme de Lambert – Estado do Rio de Janeiro</i> )
3079	<b>ProjStdParallel2GeoKey</b>	Especifica a Etiqueta Responsável pelo armazenamento do conjunto de dados que contém esta informação, cujo valor define a <i>Latitude do Segundo Paralelo Padrão</i> da Projeção da imagem.	Valor = -20.333330 (Paralelo Norte – Projeção <i>Cônica Conforme de Lambert – Estado do Rio de Janeiro</i> )
3080	<b>ProjNatOriginLongGeoKey</b>	Indica a Etiqueta Responsável pelo armazenamento do conjunto de dados que contém esta informação, cujo valor define a <i>Longitude da Origem Natural</i> da Projeção da imagem.	Valor = -45.000000 (Meridiano de Referência – Projeção <i>Cônica Conforme de Lambert – Estado do Rio de Janeiro</i> )
3081	<b>ProjNatOriginLatGeoKey</b>	Indica a Etiqueta Responsável pelo armazenamento do conjunto de dados que contém esta informação, cujo valor define a <i>Latitude da Origem Natural</i> da Projeção da imagem.	Valor = -19.500000 ( Paralelo Base - Projeção <i>Cônica Conforme de Lambert – Estado do Rio de Janeiro</i> )
3082	<b>ProjFalseEastingGeoKey</b>	Especifica a Etiqueta Responsável pelo armazenamento do conjunto de dados que contém esta informação, que define o valor, em unidades lineares, que deve ser adotado na origem da Projeção, segundo a direção E-W.	Valor = 0.000000 (" <i>False Easting</i> " – Projeção <i>Cônica Conforme de Lambert – Estado do Rio de Janeiro</i> )
3083	<b>ProjFalseNorthingGeoKey</b>	Especifica a Etiqueta Responsável pelo armazenamento do conjunto de dados que contém esta informação, que define o valor, em unidades lineares, que deve ser adotado na origem da Projeção, segundo a direção N-S.	Valor = 0.000000 (" <i>False Northing</i> " – Projeção <i>Cônica Conforme de Lambert – Estado do Rio de Janeiro</i> )
3088	<b>ProjCenterLongGeoKey</b>	Indica a Etiqueta Responsável pelo armazenamento do conjunto de dados que contém esta informação, cujo valor define a <i>Longitude do Centro</i> da Projeção da imagem.	Valor = -60.000000 (Meridiano Central - Projeção <i>Lambert Azimuthal Equal Area – América do Sul – Modelo Digital do Terreno</i> )
3089	<b>ProjCenterLatGeoKey</b>	Especifica a Etiqueta Responsável pelo armazenamento do conjunto de dados que contém esta informação, cujo valor define a <i>Latitude do Centro</i> da Projeção da imagem.	Valor = -15.000000 (Paralelo Base - Projeção <i>Lambert Azimuthal Equal Area – América do Sul – Modelo Digital do Terreno</i> )
3092	<b>ProjScaleAtNatOriginGeoKey</b>	Indica a Etiqueta Responsável pelo armazenamento do conjunto de dados que contém esta informação, cujo valor define a <i>Escala do Centro Natural</i> da Projeção da imagem.	Valor = 0.999990 (Valor de Escala - Projeção <i>Poligônica - Brasil</i> )

Quadro IV.2 Quadro Descritivo Sintético de Chaves GeoTIFF da etiqueta 34735 (continuação) (Vasconcelos, 2002)