

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**  
**Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia – CEPSRM**  
**Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto**

**RAQUEL RADDE DA SILVA**

**APLICAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS DE ALTA RESOLUÇÃO  
ESPACIAL NO CADASTRO TÉCNICO RURAL  
MULTIFINALITÁRIO**

**Porto Alegre, RS.**

**2007**

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**  
**Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia – CEPSRM**  
**Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto**

**RAQUEL RADDE DA SILVA**

**APLICAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS DE ALTA RESOLUÇÃO  
ESPACIAL NO CADASTRO TÉCNICO RURAL  
MULTIFINALITÁRIO**

**Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Sensoriamento  
Remoto da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre em  
Sensoriamento Remoto.**

**Orientador: Professor Dr. Ronaldo dos  
Santos da Rocha**

**Porto Alegre, RS.  
Agosto de 2007**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais: Anselmo e Lovani, que me deram a vida e me ensinaram que com humildade e muita força de vontade chega-se a qualquer lugar.

Aos meus irmãos: Augusto e Everton, que além de todo o apoio emocional, pelo fato de eu até hoje me sentir responsável por eles me motivam na realização dos meus objetivos.

À minha sobrinha e afilhada Rafaela, amor da minha vida, que infinitas vezes fez com que eu esquecesse todos os problemas, só olhando aqueles olhinhos e sorriso lindos, e que enche a minha vida de esperança, alegria e ainda mais vontade de viver.

Aos amigos Luciana, Luiz Henrique e Rogério, que tão carinhosamente cederam sua casa inúmeras vezes para que eu pudesse estar em Porto Alegre resolvendo questões relacionadas a este trabalho.

Aos amigos: Aline, Gabriela, Joselaine, Leticia, Luciana, Michele, Osvaldo, Rogério, Sabrina, Temps e Tina, pela amizade e imenso apoio psicológico e emocional.

Ao Rodrigo Raupp, que durante certo período do desenvolvimento deste trabalho foi meu amigo, namorado, companheiro, me dando todo o apoio emocional, braçal e intelectual.

Ao Carlos Morelli, que esteve ao meu lado em um grande período do desenvolvimento deste trabalho, me ajudando emocional, financeira e intelectualmente.

Ao professor Ronaldo pela orientação deste trabalho.

Ao professor e diretor da Estação Experimental Agronômica pela atenção e disponibilização de todos os recursos e infra-estrutura da EEA, essenciais à realização deste trabalho.

Aos amigos e colegas de mestrado: Aline, Douglas e Luiz Felipe, pela prestatividade demonstrada quando o prazo para a conclusão deste trabalho estava esgotado.

Aos amigos e colegas de profissão: Luciana Bencke, Lucio Lucatelli e Márcio de Lemos pelo fornecimento dos dados essenciais à realização deste trabalho.

Ao colega de profissão Hilário Braz, que em nome da empresa *Sulsoft*, mostrou-se extremamente prestativo, ajudando a resolver problemas encontrados no processamento da imagem e contribuindo muito para a metodologia seguida neste trabalho.

Aos amigos e colegas de trabalho: Gabriela Tombezi, Marcelo Temps e Rafael Fiorott, pela imensa compreensão, vontade de ajudar e contribuir para a realização deste trabalho.

Ao gerente operacional da Stora Enso Rosário do Sul, João Barrichelo, que prontamente permitiu que eu usasse o computador da empresa para desenvolver este trabalho.

Aos professores: Marcelo Tomio, Patricia Scalco, Roberto Gagg e Sergio Florêncio, que no momento decisivo de conclusão deste trabalho foram tão prestativos, me ajudando a sanar dúvidas.

Aos colegas do CEPSRM das turmas de 2003, 2004, 2005 e 2006 pelas infinitas gargalhadas e momentos maravilhosos compartilhados durante o curso.

Aos demais professores, pesquisadores e servidores do CEPSRM.

## EPÍGRAFE

“ As oportunidades geralmente aparecem disfarçadas de trabalho árduo e é por isso que muitos não a reconhecem “.

*Ann Landers*

“ A vitória não é mais importante do que a certeza de termos feito todo o esforço para conquistá-la”.

*Bernardinho (Técnico da Seleção Brasileira de Vôlei)*

## SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	ix
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xii
1. Introdução.....	14
1.1. Objetivo Geral .....	14
1.2. Objetivos Específicos .....	14
1.3. Justificativa.....	15
2. Revisão Bibliográfica .....	16
2.1. Sensoriamento Remoto.....	16
2.2. Sistemas Sensores.....	16
2.2.1. Classificação dos Sistemas Sensores.....	17
2.2.2. Resolução dos Sistemas Sensores .....	18
2.3. Sensor QuickBird II.....	19
2.4. Processamento Digital de Imagens.....	22
2.4.1. Fusão.....	23
2.4.2. Correção Geométrica.....	24
2.4.3. Georreferenciamento .....	26
2.5. Modelo Digital de Terreno .....	26
2.5.1. Modelagem de Grade.....	27
2.6. SRTM – <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> .....	29
2.7. Avaliação da Qualidade.....	30
2.8. Estrutura de Dados Espaciais .....	31
2.8.1. Estrutura Vetorial .....	31
2.8.2. Estrutura Raster .....	32
2.9. Sistema Geodésico de Referência.....	33

2.9.1.	Sistema <i>World Geodetic System</i> 1984 – WGS84.....	33
2.9.2.	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS .....	34
2.10.	Cadastro Técnico Multifinalitário .....	36
2.10.1.	Cadastro Técnico Rural Multifinalitário .....	37
2.10.1.1.	O Cadastro Geométrico e a Lei nº 10.267/01 .....	37
2.10.1.2.	O Cadastro Geométrico e a Portaria nº 954/02.....	38
2.10.1.3.	O Cadastro Geométrico e a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais .....	38
2.11.	Agricultura de Precisão .....	39
3.	Caracterização da Área de Estudo .....	41
4.	Materiais e Métodos .....	42
4.1.	Materiais Utilizados.....	42
4.2.	Metodologia.....	43
5.	Resultados e Discussões .....	55
5.3.	Geração dos dados para a análise da qualidade.....	58
5.4.	Avaliação da Qualidade Geométrica .....	63
5.4.1.	Limite Seco da EEA – Gleba Sul .....	63
5.4.2.	Limite Natural (Oeste) da EEA – Gleba Sul .....	63
6.	Conclusão .....	65
7.	Recomendações .....	67
8.	Referências Bibliográficas.....	68

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Interação da REM com a superfície terrestre .....	16
FIGURA 2 – Componentes de um sistema sensor .....	17
FIGURA 3 – Ilustração da órbita do satélite QuickBird II.....	20
FIGURA 4 – Modelo conceitual de um sensor com imageador do tipo pushbroom .....	21
FIGURA 5 – Modelo de grade regular retangular à esquerda e modelo de grade irregular triangular à direita.....	28
FIGURA 6 – Fotografia aérea da Estação Experimental Agronômica da UFRGS (1998) .....	41
FIGURA 7 – Fluxograma Metodológico.....	45
FIGURA 8 – Janela de seleção do arquivo com baixa resolução espacial.....	45
FIGURA 9 – Janela de seleção do arquivo com alta resolução espacial.....	45
FIGURA 10 – Janela de definição dos parâmetros do processo de fusão.....	46
FIGURA 11 – Quantidade e distribuição dos pontos de controle .....	48
FIGURA 12 – Janela de definição dos parâmetros de registro .....	48
FIGURA 13 – Carta Topográfica MI2986-2/NO .....	49
FIGURA 14 – Janela de definição de parâmetros da Geração de MDT .....	50
FIGURA 15 – Janela de seleção da imagem a ser ortorretificada.....	51
FIGURA 16 – Janela de seleção do arquivo de RPCs.....	51
FIGURA 17 – Janela de definição dos parâmetros de Ortorretificação .....	52
FIGURA 18 – Orto-imagem da EEA – Gleba Sul .....	58
FIGURA 19 – Comparação entre os vetores e o limite seco da EEA – Gleba Sul .....	60
FIGURA 20 – Comparação entre os vetores e o limite natural da EEA – Gleba Sul ....	63



## LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1 – Especificações técnicas do satélite QuickBird II.....	20
QUADRO 2 – Especificações das imagens QuickBird II.....	21
QUADRO 3 – Produtos básicos do sensor QuickBird II .....	21
QUADRO 4 – Classificação das Cartas .....	31
QUADRO 5 – Especificação do Produto Adquirido pelo CEPSRM .....	42
TABELA 1 – Comparação entre os vetores e o limite seco da EEA – Gleba Sul .....	59
TABELA 2 – Comparação entre os vetores e o limite natural da EEA – Gleba Sul .....	61

## RESUMO

Comprovada a importância do uso de imagens de satélite de alta resolução como ferramenta em muitas áreas, permitindo agilidade, qualidade e baixo custo aos usuários, torna-se importante também, o estudo da aplicação destas imagens no cadastro técnico rural multifinalitário, visto que a informação cadastral precisa e atualizada, obtida de forma rápida, com qualidade e relação custo-benefício atrativa, é um componente essencial ao processo de tomada de decisão por parte dos órgãos competentes. Além do cadastro ambiental, com a regulamentação da Lei 10.267/2001, que trata do georreferenciamento de imóveis rurais, o cadastro técnico rural geométrico vem merecendo atenção especial devido às grandes discussões e dúvidas geradas em torno deste tema. O objetivo deste trabalho, portanto, é investigar a aplicabilidade das imagens de alta resolução espacial do Sensor QuickBird II no cadastro técnico rural multifinalitário de uma área rural com relevo levemente ondulado e comparar as recomendações da Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais do INCRA, principalmente no tocante às medições de limites naturais (drenagens), com os resultados obtidos através da imagem. Para tanto, utilizou-se uma imagem orbital do referido sensor nos modos pancromático e multiespectral, em seu estado bruto, isto é, sem nenhum tipo de tratamento. A partir da imagem bruta, realizou-se uma técnica de fusão, de forma a permitir trabalhar com uma imagem de alta resolução espectral e espacial ao mesmo tempo. A seguir realizou-se a correção geométrica planimétrica da imagem (registro) e o georreferenciamento, utilizando-se 19 pontos de controle medidos em campo com tecnologia GPS, seguindo da geração de um MDT através de curvas-de-nível de 10 em 10 metros da cartografia sistemática brasileira. De posse deste MDT, bem como do MDT da SRTM, com *pixel* de 90 metros, gerou-se duas orto-imagens por meio do processo de ortorretificação (correção geométrica altimétrica). A partir das orto-imagens, gerou-se os vetores correspondentes ao limite da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, gleba Sul, área piloto de estudo. Após gerados os três vetores correspondentes, respectivamente, à carta topográfica de escala 1:25.000, à imagem ortorretificada através das curvas-de-nível e à imagem ortorretificada através do MDT da SRTM, comparou-se os resultados com o limite medido por técnicas de topografia convencional, o qual foi tomado como referência. Para atingir os objetivos do trabalho, avaliou-se separadamente os limites secos e o limite natural, respeitando suas particularidades. Após analisados os resultados, conclui-se que o melhor produto é

oriundo da imagem ortorretificada pelo MDT da SRTM, com exatidão de 1,90 metros e recomenda-se a utilização deste, numa escala de referência máxima de 1:8.000, atendendo em grande parte as necessidades da administração de uma propriedade rural, bem como o planejamento e gerenciamento de um projeto florestal. Com relação à determinação de limites naturais (drenagens), conclui-se que a imagem orbital ortorretificada pelo MDT da SRTM é 3,5 vezes mais exata que a cartografia existente, recomendada pela Norma Técnica do INCRA.

**Palavras - chave:** Sensoriamento Remoto, Imagens Orbitais de Alta Resolução, Cadastro Técnico Rural Multifinalitário.

## ABSTRACT

Clear the importance of the use of satellite imagery of high resolution as a tool in many areas, allowing agility, quality and low cost to users, it is also important, the study of the application of these images in the multipurpose rural technical cadaster, since the information cadastral accurate and updated, obtained quickly, with quality and attractive cost-benefit, is a key component to the decision-making process by the competent agencies. Besides the environmental cadaster with the regulations of Law 10.267/2001, which is the georeferencing of rural property, the geometric rural technical cadaster comes deserving special attention because of the big discussions and doubts generated around this theme. The goal of this study, therefore, is to investigate the applicability of the images of high spatial resolution of the sensor QuickBird II in the multipurpose rural technical cadaster of an rural area with relief slightly wavy and compare the recommendations of the Technical Standard for georeferencing of rural property of the INCRA, mainly regarding measurements of natural limits (drainings), with the results gotten the image. For this, was used an image of the related orbital sensor in pancromatic and multispectral modes, in its raw state, that is, without any kind of treatment. From the raw image, there was a technique of merger, in order to work with an image of high spectral and spatial resolution at the same time. To follow it was become the planimetric geometric correction image (register) and the georeferencing, using 19 measured points of control in field with GPS technology, following the generation of a MDT through curves-of-level of 10 in 10 meters the Brazilian systematic mapping. Of ownership of this MDT, as well as of the MDT's SRTM with pixel of 90 meters, generated two ortho-images through the process of orthorectification (altimetric geometric correction). From ortho-images, has been the corresponding vectors to the limit of the Experimental Station Agronomic of UFRGS, soil South, pilot area of study. After the three vectors generated corresponding, respectively, to the topographical map of scale 1:25.000, the image orthorectificated through curves-of-level and image orthorectificated through MDT's SRTM, compared themselves with the results measured by the limit conventional techniques of topography, which was taken as a reference. To reach the goals of the work, is evaluated separately the limit dried and the natural limit, respecting its particularities. After analyzed the results, concluded that the best product comes from the image orthorectificated by MDT of the SRTM, with accuracy of 1.90 meters and it is

recommended to use this, on a scale of reference maximum of 1:8.000, given largely the needs of the administration of a rural property, as well as the planning and management of a forestry project. With regard to the determination of natural limits (drainings), it is concluded that the orbital image orthorectified by MDT of the SRTM is 3,5 times more accurate than the existing mapping, recommended by the Norm of INCRA.

**Key-words:** Remote Sensing, Orbital Images of Highest Resolution, Multipurpose Rural Technical Cadaster.

## 1. Introdução

O mundo vive atualmente um momento revolucionário quanto à divulgação de produtos, que há pouquíssimo tempo, era de conhecimento exclusivo de usuários da geoinformação, como é o caso das imagens orbitais, tão amplamente divulgadas através do *Google Earth*, *Virtual Earth*, dentre outros, o que está fazendo com que a procura por novos produtos e soluções a partir destas imagens cresça rapidamente. Com isso, crescem também as pesquisas em torno da aplicação destas imagens, principalmente as de alta resolução espacial, como base cartográfica para o cadastro urbano, cadastro rural, planejamento e gestão ambiental, dentre outras finalidades, tanto no domínio público quanto privado.

Este trabalho busca verificar a aplicação das imagens orbitais de alta resolução espacial do sensor QuickBird II no cadastro técnico rural multifinalitário, principalmente como apoio à tomada de decisões e gerenciamento de propriedades rurais, bem como planejamento e gerenciamento de projetos florestais, identificando as necessidades dos usuários, as particularidades do meio rural, realizando a partir de uma imagem bruta, todos os processamentos necessários para garantir qualidade geométrica ao produto gerado, e conforme metodologia desenvolvida, determinar uma escala de referência para a utilização deste produto no cadastro técnico rural para áreas com características topográficas semelhantes à Estação Experimental Agronômica da UFRGS, área piloto estudada.

### 1.1. Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é investigar a aplicabilidade da imagem orbital de alta resolução espacial do sensor QuickBird II no cadastro técnico rural multifinalitário.

### 1.2. Objetivos Específicos

- identificar as necessidades dos usuários no planejamento e gerenciamento de propriedades rurais e projetos florestais;

- gerar uma orto-imagem da área de estudo para administração rural e projetos florestais;
- investigar a aplicação das imagens do sensor QuickBird II no cadastro técnico rural multifinalitário de uma área rural, com relevo levemente acidentado;
- analisar as recomendações da Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais no tocante à medição de limites naturais com base nos resultados alcançados;
- definir uma escala de referência para as imagens do sensor QuickBird II no cadastro técnico rural multifinalitário para áreas rurais, com relevo levemente acidentado;

### 1.3. Justificativa

O surgimento das imagens orbitais de alta resolução, principalmente espacial, tem causado grande euforia no âmbito cartográfico, sendo cada vez maior a gama de aplicações destas imagens na cartografia. Já é comprovada a importância do uso de imagens de satélite de alta resolução espacial em muitas áreas, permitindo agilidade, qualidade e baixo custo aos usuários. Por isso a importância do estudo da aplicação destas imagens também no cadastro técnico rural, o qual possui particularidades importantes como dificuldade na aquisição de pontos de controle, escassez de feições geométricas para avaliação da qualidade, dentre outras, visto que a informação cadastral precisa e atualizada, de forma rápida, com qualidade e relação custo-benefício atrativa, é um componente essencial ao processo de tomada de decisão por parte dos órgãos competentes, tanto no meio público quanto privado.

Além do cadastro ambiental, com a regulamentação da Lei 10.267/2001, que trata do georreferenciamento de imóveis rurais, o cadastro técnico rural geométrico vem merecendo atenção especial devido às grandes discussões e dúvidas geradas em torno deste tema.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto é o conjunto de atividades que tem como objetivo a obtenção de informações dos alvos e fenômenos dinâmicos da superfície terrestre, por meio da captação, registro e análise da radiação eletromagnética (REM) refletida e emitida pelos alvos da superfície, sem que haja contato físico entre o sensor e o alvo (Adaptado de MOREIRA, 2001).

FIGURA 1 – Interação da REM com a superfície terrestre



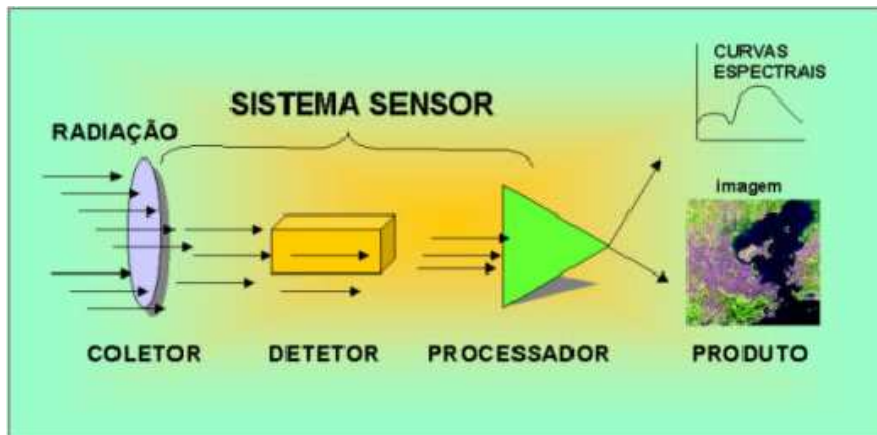
### 2.2. Sistemas Sensores

Um sistema sensor pode ser definido como qualquer equipamento capaz de detectar e registrar certo tipo de radiação, e gerar dados que possam ser transformados em um sinal passível de ser convertido em informação sobre o ambiente, sob a forma de gráficos, tabelas ou imagens. No caso específico do Sensoriamento Remoto, a energia utilizada é a radiação eletromagnética (MOREIRA, 2001).

Um sistema sensor é constituído basicamente por um coletor, que pode ser um conjunto de lentes, espelhos ou antenas, um sistema de registro (detector) que pode ser um filme ou outros dispositivos, e um processador, conforme é ilustrado na Figura 2 (Adaptado de MOREIRA, 2001).



FIGURA 2 – Componentes de um sistema sensor



FONTE: Moreira, 2001.

A aquisição das medidas das propriedades espectrais dos alvos da superfície terrestre, por meio de sistemas sensores, pode ser realizada em três níveis: terrestre, suborbital e orbital (MOREIRA, 2001).

No nível terrestre, os sistemas sensores podem ser instalados em mastros colocados em barcos, fixados em bóias ou fixados dentro de laboratórios. No nível suborbital, geralmente utiliza-se aeronaves como plataforma de coleta de dados e para o nível orbital, os satélites e balões (MOREIRA, 2001).

### 2.2.1. Classificação dos Sistemas Sensores

Conforme MOREIRA, 2001 os sistemas sensores podem ser classificados quanto à fonte de radiação, ao princípio de funcionamento e quanto ao produto.

- Quanto à fonte de radiação

Sensores Ativos: produzem sua própria radiação.

Sensores Passivos: detectam a radiação eletromagnética refletida ou emitida pelos alvos na superfície terrestre.

- Quanto ao funcionamento

Não-Varredura (*Non-Scanning*) ou Sistema de Quadro: adquirem a imagem de toda a cena ao mesmo tempo.

Varredura (*Scanning*): a imagem é obtida pela aquisição sequencial dos elementos do terreno ou *pixels*.

- Quanto ao tipo de produto

Imageadores: fornecem uma imagem da superfície observada.

Não-imageadores: não fornecem uma imagem da superfície observada e sim a resposta espectral dos alvos em forma de gráfico ou tabelas.

### 2.2.2. Resolução dos Sistemas Sensores

Resolução é a habilidade que o sistema sensor possui em distinguir objetos que estão próximos espacialmente ou respostas que são semelhantes espectralmente (MOREIRA, 2001).

- Resolução Espacial

A resolução espacial é a menor área distinguível no terreno pelo sensor e está relacionada ao campo de visada instantânea IFOV (*Instantaneous Field Of View*).

O IFOV não pode ser confundido com o tamanho do *pixel*. Uma imagem digital, como os dados de satélites, é um conjunto ordenado de valores numéricos, em que cada valor está relacionado com a radiância de uma área no terreno representada por uma simples célula ou *pixel*. A dimensão do *pixel* não necessariamente corresponde ao IFOV (MOREIRA, 2001).

- Resolução Espectral

A resolução espectral refere-se ao poder de resolução que o sensor tem para discriminar diferentes alvos sobre a superfície terrestre, ou seja, o número de bandas do sensor e a largura da faixa espectral de cada banda (MOREIRA, 2001).

- Resolução Radiométrica

A resolução radiométrica de um sensor refere-se à capacidade de poder discriminar, numa área imageada, alvos com pequenas diferenças de radiação refletida e/ou emitida, ou seja, é a quantidade de níveis digitais ou níveis de cinza que o sensor possui (MOREIRA, 2001).

- Resolução Temporal

A resolução temporal indica o intervalo de tempo entre duas passagens sucessivas do satélite sobre a área de interesse (MOREIRA, 2001).

### 2.3. Sensor QuickBird II

O *QuickBird* foi projetado e construído por meio da cooperação entre as empresas norte-americanas *DigitalGlobe*, *Ball Aerospace Technologies*, *Kodak* e *Fokker Space*. O primeiro lançamento em novembro de 2000 fracassou, vindo a ser lançado em órbita com sucesso, no dia 18 de outubro de 2001, pela missão *Boeing Delta II*, na Base Aérea de Vandenberg, na Califórnia, EUA. É um satélite de alta precisão que oferece imagens comerciais de alta resolução espacial da Terra (PETRIE, 2002).

A *Digital Globe* disponibiliza imagens com 0,61 m de resolução espacial no modo Pancromático (PAN), 2,4 m no modo Multiespectral (MS) e uma imagem denominada *Pan-sharpened*, que possui 0,70 m de resolução espacial, em composição colorida ou falsa-cor. As imagens PAN e MS são adquiridas com 11 bits, podendo também ser fornecidas em 8 ou 16 bits. Juntamente com as imagens, são disponibilizados os arquivos contendo os dados de suporte à imagem, os quais possuem as informações necessárias para a correção geométrica e os coeficientes racionais polinomiais (RPC), calculados a partir de informações da câmera do sensor e da órbita do satélite (DIGITAL GLOBE, 2003).

O *QuickBird II* possui sensores do tipo CCD (*Charge Coupled Device*), que por realizarem varredura eletrônica em fileira linear (*pushbroom linear array*), são flexíveis para visadas *off-nadir* até 30° ao longo do terreno imageado. A visada *off-nadir* permite a cobertura mais frequente do terreno e a aquisição de pares estereoscópicos (PETRIE, 2002).

Os dados coletados pelo *QuickBird II* são captados por duas estações em Terra: *Fairbanks* no Alasca, EUA e *Tromsø* na Noruega. A partir destas estações os dados são enviados para o centro de processamento da *DigitalGlobe* no Colorado, EUA (DIGITAL GLOBE, 2003).

QUADRO 1 – Especificações técnicas do satélite QuickBird II

Altitude da órbita	450km
Inclinação da órbita – Linha do Equador	97.2°
Sentido da órbita	Descendente 10:30 a.m.
Duração da órbita	93.5min.
Tipo de órbita	Sol-síncrona.
Tempo de Revisita	1 – 3.5 dias (dependendo da latitude)
Largura nominal da faixa imageada	16.5km ( <i>nadir</i> )
	20,8km ( <i>off-nadir</i> )
Agilidade da astronave ao longo e através do percurso ( <i>along and cross track</i> )	Tempo necessário para re-apontar e estabilizar a aquisição dos dados: Manobra de 10° em 20 segundos Manobra de 50° em 45 segundos
Precisão de apontamento	< 5mili-radianos absolutos por eixo
Instrução de apontamento	< 15micro-radianos por eixo
Estabilidade de apontamento	< 10micro-radianos por segundo
Capacidade de armazenamento de dados	~ 128 Gbit (~ 57 cenas)
Massa do satélite	1018 kg
Capacidade do satélite	563 W
Tempo de vida útil previsto	> 5 anos

FONTE: Adaptada *DigitalGlobe* (2003) e *Ball Aerospace & Technologies* (2002).

FIGURA 3 – Ilustração da órbita do satélite QuickBird II

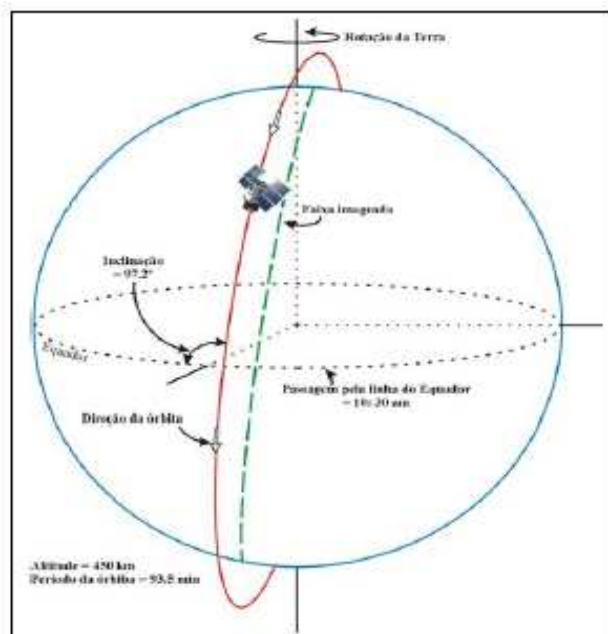
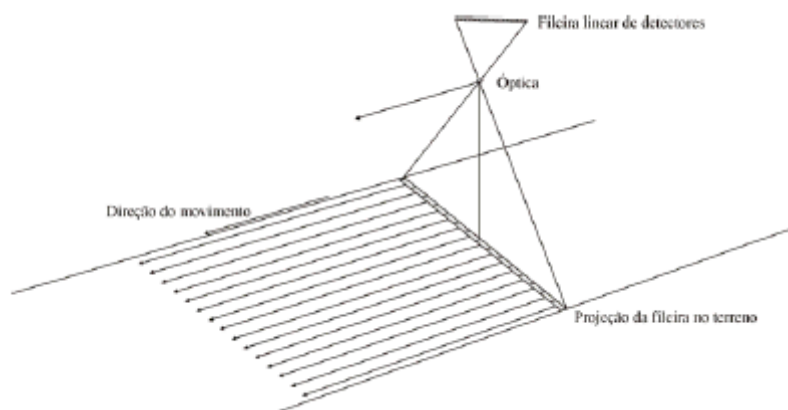


FIGURA 4 – Modelo conceitual de um sensor com imageador do tipo pushbroom



FONTE: adaptada de SCHOWENGERDT (1997).

QUADRO 2 – Especificações das imagens QuickBird II

Resolução Espacial (Nominal)	0,61m ( <i>nadir</i> ) Pancromática 2,44m ( <i>nadir</i> ) Multiespectral 0,72m (25° <i>off-nadir</i> ) Pancromática 2,88m (25° <i>off-nadir</i> ) Multiespectral
Resolução Espectral	Pancromático: 0.45 – 0.90 $\mu\text{m}$ 1 Banda (Azul): 0.45 – 0.52 $\mu\text{m}$ 2 Banda (Verde): 0.52 – 0.60 $\mu\text{m}$ 3 Banda (Vermelho): 0.63 – 0.69 $\mu\text{m}$ 4 Banda (Infravermelho próximo) 0.76 – 0.90 $\mu\text{m}$
Resolução Radiométrica	11 bits (2048 níveis de cinza)
Faixa imageada	16,5km ( <i>nadir</i> ); 20,8km (25° <i>off-nadir</i> )
Precisão métrica	23m CE, 17m erro linear (sem pontos de controle)

FONTE: adaptada de *DigitalGlobe* (2003).

QUADRO 3 – Produtos básicos do sensor QuickBird II

Produto	Precisão Posicional *CE 90%	RMS	Descrição
Básica	23,0 m		Com correção radiométrica e relativa dos detectores; geometria interna do sensor.

		14,0m	Possui o menor processamento.
Padrão	23,0 m	14,0m	Disponibilizada com Datum e projeção cartográfica.
Ortorretificada RPCs	12,7 m	7,7 m	Imagem ortorretificada a partir de RPCs
Ortorretificada Efemérides	10,2 m	6,2 m	Imagem ortorretificada a partir de efemérides
Estereopar Básico	23,0 m	14,0m	Imagem adquirida 30° <i>off-nadir</i> , com 90° de recobrimento.

\* CE 90% - com 90% de certeza

#### 2.4. Processamento Digital de Imagens

O processamento digital de imagens (PDI) envolve a manipulação numérica de imagens digitais, com o auxílio do computador. Embora esta forma de manipulação de dados seja extremamente comum e imprescindível para a interpretação de dados de sensoriamento remoto, a maioria de suas técnicas foi desenvolvida na medicina (processamento de imagens de raios-X). Foi no início da década de 1960 que surgiu o PDI, juntamente com as imagens de satélites transmitidas das plataformas orbitais para as estações receptoras terrestres. No Brasil, apenas na década de 1970 dados digitais das imagens LANDSAT, coletados pela antena receptora de Cuiabá, tornaram-se viáveis para as aplicações de sensoriamento remoto, caracterizando o início das atividades no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (JENSEN, 1996).

O objetivo do PDI é melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais para o analista humano e fornecer subsídios para uma efetiva extração da informação espacial, bem como sua interpretação, além de gerar produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos (JENSEN, 1996).

Segundo JENSEN, 1996, as técnicas de PDI podem ser divididas basicamente em 3 etapas distintas, tais como:

- Pré-processamento: inclui a restauração quantitativa da imagem para corrigir degradações geométricas e radiométricas, inseridas pelo sensor, no processo de formação das imagens. Inclui também a técnica de registro para *overlay* e mosaico. O resultado do pré-processamento é uma imagem corrigida geométrica e radiometricamente, adequada para a utilização em atividades que exijam qualidade geométrica, como por exemplo, o mapeamento.

- **Realce:** inclui técnicas que melhoram a qualidade visual e transformam as imagens, de tal forma que as informações a serem extraídas sejam melhor discerníveis. O resultado destes operadores sobre a imagem é uma imagem transformada e melhorada.
- **Análise:** está relacionada com a extração de informações das imagens. Inclui a segmentação (partição das imagens em regiões com características diferentes) e a classificação (segmentação específica usando técnicas de reconhecimento de padrões). O resultado de uma operação de análise é uma descrição da imagem de entrada (lista de propriedades do objeto: posição, tamanho, formato, etc.), um campo vetorial representando o movimento de objetos em uma seqüência de imagens, mapas ou uma representação gráfica. A descrição pode ser simplesmente o nome da classe a que o objeto pertence.

#### 2.4.1. Fusão

Segundo RICHARDS, 1993, a fusão de dados consiste em uma estrutura formal na qual são expressos conceitos e ferramentas para a junção de dados de diferentes origens, com o objetivo de obter informações de maior qualidade.

As técnicas de fusão podem ser divididas em três grupos: as que utilizam um modelo de domínio espacial, as de domínio espectral e as que trabalham com operações algébricas. Os modelos de domínio espacial são aqueles que isolam a informação espacial de alta freqüência provenientes da imagem de alta resolução e a combinam com a imagem multiespectral (SCHOWENGERDT, 1997), como *Wavelets* e a técnica HPF (Filtro Passa Alta).

O grupo de modelos de domínio espectral é formado pelos processos que realizam uma transformação na imagem multiespectral, resultando num novo conjunto de bandas onde uma delas é correlacionada com a imagem pancromática, como Principais Componentes, IHS, *Gram-Schmidt*. Outra linha é formada pelos modelos algébricos que operam funções aritméticas *pixel-a-pixel*, como as técnicas *Brovey* e multiplicativa (RICHARDS, 1993).

O método *Gram-Schmidt*, assim como o de Principais Componentes, consiste em uma operação sobre vetores com o objetivo de torná-los ortogonais. A fusão inicia-se com a simulação de uma banda pancromática a partir das bandas multiespectrais de baixa resolução espacial. Na seqüência, uma transformação de *Gram-*

*Schmidt* é aplicada à banda pancromática simulada e às bandas multiespectrais, onde a pancromática simulada é empregada como a primeira banda. Então, a primeira banda *Gram-Schmidt* é trocada pela banda pancromática de alta resolução e uma transformação inversa é aplicada para formar a imagem sintética de saída (RSI, 2003).

#### 2.4.2. Correção Geométrica

As imagens produzidas por sensores remotos, sejam elas fotografias aéreas ou imagens de satélites, apresentam uma série de distorções espaciais, não possuindo, portanto, exatidão cartográfica quanto ao posicionamento dos objetos, superfícies ou fenômenos nelas representados.

Estas distorções geométricas resultam das seguintes causas:

- movimento de rotação da Terra;
- curvatura da Terra;
- movimento do espelho de imageamento;
- variações da altitude, posição e velocidade da plataforma;
- distorção de panorama;
- distorção topográfica.

#### - Correção Geométrica Interna

A correção geométrica interna depende do conhecimento dos dados das efemérides e da atitude do satélite, além dos parâmetros do sistema de imageamento, que são normalmente transmitidos junto com os dados da imagem. Com base nos dados de atitude e nos parâmetros do sistema de imageamento, define-se a direção de visada para aquele instante. A posição e a direção de visada definem uma reta que intercepta o elipsóide de referência. Ficam então definidas as coordenadas geodésicas correspondentes ao *pixel* adquirido naquele instante. Desta forma, a maioria das imagens orbitais já é fornecida com uma pré-correção geométrica e georreferenciamento, o que não é suficiente para aplicações que exijam qualidade posicional (Adaptado de SILVA, 2000).



## - Correção Geométrica Externa ou Registro

A correção geométrica externa ou registro utiliza pontos de controle e modelos matemáticos para a transformação geométrica. O uso de modelos polinomiais de 1º e 2º graus é bastante comum no registro de imagens. Os modelos polinomiais fazem o vínculo entre as coordenadas de imagem (linha, coluna) e as coordenadas de terreno (X,Y;  $\phi$ ,  $\lambda$ ; E, N) através de pontos de controle (Adaptado de SILVA, 2000).

Os pontos de controle são feições bem definidas na imagem e no terreno, ou seja, feições homólogas cujas coordenadas são conhecidas, e mais perenes possível, como cruzamentos de estradas, rodovias, ferrovias, confluências de rios, dentre outras. Os pontos de controle podem ser extraídos de cartas topográficas em escala apropriada ou por meio de levantamento em campo por topografia ou GPS, de acordo com a resolução espacial da imagem a ser corrigida (Adaptado de SILVA, 2000).

A determinação dos parâmetros do modelo polinomial escolhido é feita por meio da resolução de um sistema de equações. Portanto, uma vez selecionados os “n” pontos de controle e escolhido o modelo polinomial, um sistema de “2n” equações é gerado para calcular 6 ou 12 parâmetros, dependendo do polinômio ser de 1º ou 2º grau. Assim, o número mínimo de pontos de controle para resolver o sistema é 3 para o polinômio de 1º grau e 6 para o polinômio de 2º, permitindo um sistema de equações determinado, no qual o número de equações coincide com o número de incógnitas. Entretanto, cabe salientar que esta quantidade de pontos de controle é suficiente para resolver o sistema de equações, mas não para obter-se ajustamento das observações e assim, qualidade no registro (Adaptado de SILVA, 2000).

## - Ortorretificação

Ortorretificar significa eliminar as distorções introduzidas pela variação da atitude do sensor durante a tomada de imagens, além de corrigir as distorções referentes ao relevo (ANDRADE, 1998). De forma análoga, as imagens orbitais também sofrem deformações com relação à inclinação do sensor e à variação da altitude. O procedimento para a eliminação dessas deformações, a fim de tornar a imagem isenta de distorções é chamado de ortorretificação, transformando assim a imagem fotográfica de uma projeção cônica em uma projeção ortogonal, e mantendo a constância da escala em toda a imagem ortorretificada (Adaptado de BRITO, 2002).

A ortorretificação é baseada em uma fundamentação matemática e geométrica, que reflete a realidade física da geometria de visada do sensor. Essa fundamentação leva em consideração as distorções que ocorrem na formação da imagem, isto é, distorções relativas à plataforma, ao sensor, à curvatura da Terra e à projeção cartográfica. Para a ortorretificação de imagens orbitais, utiliza-se os RPCs (*Rational Polynomial Coefficients*) que, segundo FRASER (2005) representam uma aproximação derivada empiricamente do rigoroso modelo de orientação do sensor, particularmente uma reparametrização deste modelo, fornecidos juntamente com a cena, e um MDT (modelo digital do terreno) o que represente da melhor forma a variação do relevo (Adaptado de BRITO, 2002).

#### 2.4.3. Georreferenciamento

É importante ressaltar a diferença entre correção geométrica e georreferenciamento, visto que é possível corrigir geometricamente ou registrar uma imagem, através de pontos de controle levantados por topografia, onde estes pontos possuirão coordenadas locais, sem amarração a nenhum sistema geodésico de referência e sem projeção cartográfica, não realizando assim, o georreferenciamento. O georreferenciamento, portanto, é realizado no momento em que se atribui à imagem, um sistema geodésico de referência e uma projeção cartográfica, o que ocorre por meio dos pontos de controle.

#### 2.5. Modelo Digital de Terreno

Um Modelo Digital do Terreno – MDT é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que varia continuamente no espaço, na superfície terrestre (CÂMARA E FELGUEIRAS).

O processo de geração de um modelo digital pode ser dividido em 3 etapas: aquisição das amostras ou amostragem, geração do modelo propriamente dito ou modelagem e a utilização do modelo ou aplicações (CÂMARA E FELGUEIRAS).

A amostragem compreende a aquisição de um conjunto de amostras representativas do fenômeno de interesse. Geralmente essas amostras estão representadas por curvas de isovalores e pontos tridimensionais (CÂMARA E FELGUEIRAS).

A modelagem envolve a criação de estruturas de dados e a definição de superfícies de ajuste, com o objetivo de se obter uma representação contínua do fenômeno a partir das amostras. Essas estruturas são definidas de forma a possibilitar uma manipulação conveniente e eficiente dos modelos pelos algoritmos de análise contidos no SIG. Os modelos mais utilizados são os modelos de grade regular retangular e os modelos de grade irregular triangular (CÂMARA E FELGUEIRAS).

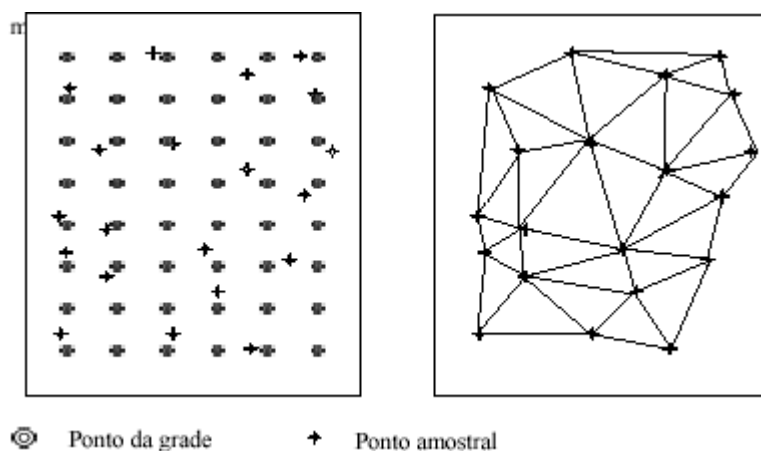
As aplicações são procedimentos de análise executados sobre os modelos digitais. As análises podem ser qualitativas ou quantitativas, as quais permitem visualizar o modelo em projeção planar, gerar imagens em níveis de cinza, sombreadas, temáticas, calcular volumes de corte e aterro, analisar perfis sobre trajetórias predefinidas, gerar mapas de declividade e exposição, drenagem, de curvas-de-nível e de visibilidade (CÂMARA E FELGUEIRAS).

#### 2.5.1. Modelagem de Grade

Os modelos digitais de elevação mais utilizados na prática são: os modelos de grade regular retangular e os modelos de grade irregular triangular. O termo TIN, iniciais de *Triangular Irregular Network*, é o mais usado (CÂMARA E FELGUEIRAS).

O processo de geração de um modelo de grade compreende a construção de uma malha, regular ou irregular e a definição de funções interpolantes locais. Assim, para cada elemento básico da grade, retângulo ou triângulo, define-se uma função interpolante que é válida para os pontos internos ao elemento. Esse processo é conhecido como ajuste de superfície. Cada função de ajuste, geralmente um polinômio, é definida utilizando-se os vértices dos elementos e em muitos casos, também os vértices dos elementos vizinhos (CÂMARA E FELGUEIRAS).

FIGURA 5 – Modelo de grade regular retangular à esquerda e modelo de grade irregular triangular à direita.



FONTE: [www.inpe.gov.br](http://www.inpe.gov.br), 2004.

Para a geração de um modelo de grade regular retangular a partir de amostras irregularmente espaçadas se faz necessário a utilização de funções interpolantes.

Conforme BURROUGH E MCDONNELL (1998), interpolação é o processo de prever valores de atributos em locais sem amostras de medidas, permitindo a localização de pontos dentro da mesma área ou região, sendo necessário quando:

- a superfície discretizada tem um nível diferente de resolução, tamanho de *pixel* ou orientação;
- uma superfície contínua é representada por um modelo de dados que é diferente do exigido;
- os dados não têm cobertura completa do domínio de interesse.

Os métodos de interpolação podem ser divididos em dois grupos, chamados interpoladores globais e locais. Os interpoladores globais usam todos os dados disponíveis para fornecer previsões da área inteira de interesse, enquanto os interpoladores locais operam dentro de uma pequena zona ao redor do ponto a ser interpolado, para assegurar que estimativas sejam feitas somente com dados situados na vizinhança imediata ao ponto (BURROUGH E MCDONNELL, 1998).

Alguns dos interpoladores mais comumente utilizados são: o Método do Vizinho Mais Próximo (atribuição da cota da amostra mais próxima ao ponto), o

método das Médias Ponderadas (estimação de valores desconhecidos a partir dos valores amostrados vizinhos, ponderados pelas distâncias entre eles), e a Krigagem (semelhante ao método de Médias Ponderadas, fornece estimativas não tendenciosas e com variâncias mínimas) (CÂMARA E FELGUEIRAS).

## 2.6. SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*

A SRTM é uma missão espacial liderada pela NASA em parceria com as agências espaciais da Alemanha (DLR) e Itália (ASI), realizada em fevereiro de 2000. Com 11 dias de duração, seu objetivo foi gerar um modelo digital de elevação quase global. O sensor utilizado foi um radar (SAR) a bordo do ônibus espacial *Endeavour*, que obteve dados sobre mais de 80% da superfície terrestre, nas bandas C e X, fazendo uso da técnica de interferometria. Nesta técnica a altitude dos pontos no terreno é obtida através da medição da diferença de fase entre duas imagens radar sobre um mesmo local na Terra. A SRTM adquiriu os dados em uma mesma órbita, graças às duas antenas de recepção separadas por um mastro de 60 metros a bordo da plataforma, o que melhora muito a qualidade da informação coletada (DUREN, 1998).

Os dados adquiridos com resolução de 1 segundo de arco (aproximadamente 30 metros no Equador) foram processados para a geração dos MDTs da área coberta. Os modelos referentes à banda C são distribuídos gratuitamente pela NASA para as Américas do Sul e Norte, com resolução espacial de aproximadamente 90 metros (DUREN, 1998).

Um ponto a favor da SRTM é o uso da interferometria para o cálculo da altitude, a qual possui maior acurácia em relação à técnica da estereoscopia (CCRS, 2004, citado por ZANARDI, 2006)

Os MDTs gerados estão disponibilizados no site <FTP://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/>, cobrindo áreas de 1° de latitude por 1° de longitude no terreno. Cada arquivo tem aproximadamente uma linha e uma coluna de sobreposição com os arquivos correspondentes às áreas de sua vizinhança. O sistema de projeção utilizado é o de coordenadas geodésicas (latitude/longitude) e o *datum* é o WGS-84, sendo as altitudes dadas em metros.

## 2.7. Avaliação da Qualidade

Um produto cartográfico deve ter sua qualidade geométrica avaliada para que o mesmo possa ser utilizado no suporte a atividades rurais, planejamento de obras de engenharia, gestão ambiental, apoio ao gerenciamento e tomada de decisões e em qualquer outra finalidade em que este possa ser empregado. Senso assim, há a necessidade de uma avaliação estatística da qualidade dos produtos cartográficos.

É importante ressaltar a diferença entre os conceitos de precisão e acurácia, os quais podem ser comumente confundidos.

A precisão é o tipo de medida utilizada para determinar o grau de dispersão de um grupo de valores observados, ou seja, o quanto estes valores estão afastados da média do grupo.

A acurácia ou exatidão indica o quanto os valores observados estão próximos do valor exato que se deseja encontrar.

O Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984 estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Brasileira através de procedimentos e padrões a serem obedecidos na elaboração e apresentação de documentos cartográficos no Território Brasileiro. Um dos procedimentos a ser seguido é em relação à exatidão: as cartas devem obedecer ao Padrão de Exatidão Cartográfico - PEC, segundo o critério abaixo indicado:

- 1) Noventa por cento dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfico Planimétrico, estabelecido;
- 2) Noventa por cento dos pontos isolados de altitude, obtidos por interpolação de curvas-de-nível, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfico Altimétrico estabelecido.

Padrão de Exatidão Cartográfico - PEC é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos.

A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o Erro Padrão - PEC.

O Erro-Padrão isolado num trabalho cartográfico, não ultrapassará 60,8% do Padrão de Exatidão Cartográfico.

As cartas, segundo sua exatidão, são classificadas nas Classes A, B e C, segundo os critérios apresentados no QUADRO 4.

QUADRO 4 – Classificação das Cartas

Carta	PEC Planimétrico	Erro Padrão	PEC Altimétrico	Erro Padrão
Classe A	0,5 mm x Escala	0,3 mm x Escala	1/2 Equidistância	1/3 Equidistância
Classe B	0,8 mm x Escala	0,5 mm x Escala	3/5 Equidistância	2/5 Equidistância
Classe C	1,0 mm x Escala	0,6 mm x Escala	3/4 Equidistância	1/2 Equidistância

FONTE: <http://WWW.presidencia.gov.br/CCIVIL/decreto/1980-1989/S89817.htm>

## 2.8. Estrutura de Dados Espaciais

### 2.8.1. Estrutura Vetorial

No modelo vetorial as entidades do mundo real são representadas como pontos, linhas ou polígonos. Na verdade a primitiva principal é o ponto, definido como um par de coordenadas X e Y em um sistema de coordenadas conhecidas. O ponto não possui dimensão, apenas localização. A linha é formada por uma lista de coordenadas de pontos ligados entre si por segmentos de retas. O polígono define uma superfície bidimensional (área) e é formado por uma cadeia fechada de segmentos de linhas (SILVA, 2000).

Ao contrário do modelo matricial, os objetos geográficos são representados no modelo vetorial pela delimitação de suas fronteiras. Os objetos vetoriais não preenchem todo o espaço, ou seja, nem todas as posições do espaço precisam ser referenciadas ao modelo. Outra diferença em relação ao modelo matricial é que no modelo vetorial os atributos das feições podem ser armazenados num banco de dados relacional vinculado ao gráfico, utilizando recursos de sistemas de gerenciamento de bancos de dados. Dessa forma, é possível armazenar várias características para um objeto, sem ter de repetir esse objeto em vários mapas (SILVA, 2000).

#### - Vetorização

Vetorização Manual: este processo envolve a escanerização do documento original e o uso desta imagem como “pano de fundo” em programas de tratamento de feições vetoriais. Assim, o operador obtém vetores por meio da vetorização sobre a imagem apresentada na tela do computador.

Vetorização Automática: no processo automático, o programa assume determinadas tarefas e realiza a vetorização sem o auxílio do operador.

Vetorização Semi-automática: é realizada combinando os dois métodos, ou seja, utiliza programas específicos, mas com a intervenção conjunta do operador.

### 2.8.2. Estrutura Raster

No modelo matricial a área mapeada é dividida em uma grade regular de células com espaçamento conhecido, o que constitui sua resolução espacial. A posição de cada célula, chamada também de *pixel*, derivado do inglês *picture element*, é definida de acordo com a linha e coluna onde está localizada, ou seja, as células são localizadas por coordenadas inteiras num espaço bidimensional. O espaço é todo coberto, uma vez que cada localização na área de estudo corresponde a uma célula na imagem matricial (SILVA, 2000).

No modelo matricial, portanto, a representação gráfica das feições e os atributos que elas possuem estão fundidas num mesmo arquivo de dados. Para representar vários aspectos de uma mesma área é necessário fazer uso de diferentes camadas matriciais, onde as células de cada camada armazenam os valores associados a uma única variável ou tema. Para cada célula de uma camada é dado um valor numérico que pode representar tanto um identificador da feição quanto um valor de atributo qualitativo ou quantitativo. Por essas características, o modelo matricial é mais adequado para a representação de dados que apresentam variação contínua no espaço, como por exemplo, altimetria. Pela simplicidade de sua estrutura, entretanto, vários *softwares* utilizam este formato também para representação e análise de dados com distribuição espacial de natureza discreta (SILVA, 2000).

#### - Digitalização

O processo de conversão de pontos e linhas de um mapa convencional para um formato compatível ao uso no computador é denominado digitalização, podendo ser executada manualmente, através de uma mesa digitalizadora ou automaticamente, através de um *scanner* (SILVA, 2000).

Digitalização Manual: a mesa digitalizadora é um equipamento básico da digitalização manual, composto por três partes principais:



- Uma superfície plana, sobre a qual o mapa é fixado;
- Um dispositivo que mede as coordenadas;
- Um cursor que indica cada posição da mesa em relação ao sistema de medição adotado (sistema de coordenadas da mesa).

O dispositivo de medição de coordenadas mais comumente utilizado é composto por uma fina malha de fios embutidos na mesa. A malha de fios forma um sistema de coordenadas. Um gerador de corrente elétrica ativa todos os fios, gerando um sinal de amplitude máxima no par de fios (x,y) mais próximo da bobina embutida no cursor, devido ao campo eletromagnético criado. Pela média entre o sinal de amplitude máxima e o sinal anterior, um *microship* calcula a posição do cursor em relação à malha e envia as coordenadas calculadas ao computador. A qualidade das coordenadas obtidas depende do espaçamento entre os fios que formam a malha em torno de 0,025 a 0,0025mm, projetando uma precisão final do processo que varia de +/- 0,25mm a +/- 0,025mm, dependendo do equipamento (SILVA, 2000).

Digitalização Automática: também chamada de rasterização, é a discretização do mapa em unidades retangulares homogêneas ou *pixel*, através do uso de um *scanner*. O *scanner* é um dispositivo eletrônico, composto por uma fonte de luz e um sensor óptico (fotocélula). O sensor óptico geralmente usado é o CCD, similar ao das câmeras de TV. Cada *pixel* detectado possui tamanho e cor característica que varia conforme a resolução espacial e radiométrica do sistema sensor utilizado (SILVA, 2000).

Resolução espacial é a capacidade do sensor de individualizar elementos gráficos. É medida pelo número de pontos registrados num intervalo linear (podendo variar entre 25 e 2000 ppp - pontos por polegada - para *scanners* de grande formato).

Resolução radiométrica é o número de tons de cinza ou cores que o sensor pode distinguir. Alguns *scanners* monocromáticos distinguem 256 tons de cinza. Outros, policromáticos, diferenciam até 16,7 milhões de cores.

Existem alguns tipos de scanners, conforme descrito a seguir:

- *Scanner* de mesa;
- *Scanner* de tambor;
- *Scanner* de rolo (para cartografia).

## 2.9. Sistema Geodésico de Referência

### 2.9.1. Sistema *World Geodetic System* 1984 – WGS84

O WGS84 é um sistema geocêntrico. O Sistema geodésico de Referência Geocêntrico caracteriza-se pela origem do elipsóide de referência coincidir com o centro do Referencial Cartesiano Terrestre, isto é, utiliza as orientações do referencial e não possui *Datum* de controle horizontal, por não haver translação do elipsóide de referência.

Segundo CASTRO *et AL.* (2000), o WGS84 é definido da seguinte forma:

- É geocêntrico, e o centro de massa é definido usando a Terra toda, incluindo oceanos e atmosfera;
- A escala corresponde à de um sistema de referência terrestre, no sentido relativista da teoria da gravitação;
- Sua orientação é dada pelo BIH em determinada época;
- Sua evolução temporal em orientação não pode criar rotação residual global com relação à crosta;
- O eixo Z aponta na direção do CTP;
- O eixo X na direção média do meridiano de Greenwich;
- O eixo Y na direção de modo a tornar o sistema dextrógiro;
- Recomenda a utilização de um elipsóide de referência caso se queira coordenadas cartesianas ou geodésicas.
- Latitude Geodésica de um ponto da superfície física da Terra é o ângulo  $\phi$  que a normal do elipsóide, passante pelo ponto, forma com a sua projeção equatorial;
- Longitude geodésica é o ângulo  $\lambda$  que mede o diedro formado pelos meridianos geodésicos do ponto considerado e de Greenwich, contada a partir deste, positivamente por leste;
- Altitude Geométrica  $h$  é o segmento da normal compreendido entre o ponto considerado e o elipsóide.

### 2.9.2. Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS

O projeto SIRGAS foi criado na Conferência Internacional para Definição de um Referencial Geocêntrico para América do Sul, realizada em outubro de 1993, em Assunção, Paraguai, a partir de um convite feito pelas seguintes instituições: Associação Internacional de Geodésia (IAG); Instituto Pan-Americano de Geografia e História (IPGH) e *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA). Esta Conferência contou

com uma expressiva participação de representantes de vários países da América do Sul, colaborando para o seu êxito. O desenvolvimento do Projeto SIRGAS compreende as atividades necessárias à adoção no continente, de um sistema de referência de precisão compatível com as técnicas atuais de posicionamento, notadamente as associadas ao Sistema de Posicionamento Global ([ftp://geofpt.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista\\_ponto\\_de\\_referencia.pdf](ftp://geofpt.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista_ponto_de_referencia.pdf)).

A Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é a instituição responsável pela geodésia e cartografia no Brasil, tendo sido selecionada como escritório central do projeto SIRGAS com o objetivo de prestar sua contribuição para a geodésia do continente. Com este propósito desde o início do projeto, o Brasil vem participando ativamente de suas atividades, nas campanhas, na condução da responsabilidade do banco de dados, no cumprimento das recomendações e na cooperação técnica ([ftp://geofpt.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista\\_ponto\\_de\\_referencia.pdf](ftp://geofpt.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista_ponto_de_referencia.pdf)).

Com o objetivo de fornecer um tratamento mais refinado e homogêneo à rede geodésica brasileira e visando a sua posterior integração ao SIRGAS, foi iniciado na década passada o Projeto de Reajustamento da Rede Planimétrica (REPLAN). Deste modo, todas as observações que compõem a rede, sejam elas de natureza terrestre ou espacial, foram incluídas pela primeira vez em um ajustamento global e simultâneo. Este projeto foi concluído em setembro de 1996 e como resultado foram gerados novos valores de coordenadas para 4.939 marcos geodésicos de alta precisão. Muitos esforços estão sendo feitos para a integração da rede geodésica brasileira ao SIRGAS e com este objetivo é que as 11 estações SIRGAS em território brasileiro já estão conectadas a estações da rede clássica ou a estações de redes GPS existentes na região ([ftp://geofpt.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista\\_ponto\\_de\\_referencia.pdf](ftp://geofpt.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista_ponto_de_referencia.pdf)).

Considerando a proliferação do uso do GPS, referir estes novos levantamentos a uma estrutura geodésica existente - implantada basicamente pela utilização dos métodos clássicos (triangulação, poligonização, trilateração, etc.) e cuja precisão é pelo menos dez vezes pior que a fornecida facilmente com o GPS - implica, no mínimo, em desperdícios de recursos. Além disto, a multiplicidade de sistemas geodésicos clássicos, adotados pelos países sul-americanos dificulta em muito a solução de problemas tecnicamente simples, tais como a definição de fronteiras internacionais. Por outro lado, a adoção do ITRS (*International Terrestrial Reference System*) como sistema de referência, além de garantir a homogeneização de resultados internamente ao

continente, permitirá uma integração consistente com as redes dos demais continentes, contribuindo cada vez mais para o desenvolvimento de uma geodésia "global"([ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista\\_ponto\\_de\\_referencia.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista_ponto_de_referencia.pdf)).

Na época de criação os objetivos do projeto eram definir um sistema geocêntrico de referência para a América do Sul, adotando o ITRS; estabelecer e manter uma rede de referência; estabelecer e manter um *datum* geocêntrico ([ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista\\_ponto\\_de\\_referencia.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista_ponto_de_referencia.pdf)).

O elipsóide de referência SIRGAS, recomendado pela Associação Internacional de Geodésia (IAG) é o GRS80 com os seguintes parâmetros (CASTRO *et al*, 2000; IBGE, 2000):

$$a = 6.378.137 \text{ m}$$

$$f = 1/298,257222101$$

$$W_e = 7.292.115 \times 10^{-8} \text{ rad/s}$$

$$GM = 3.986.005 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$$

A fundação IBGE é a responsável pela implantação do SIRGAS no Brasil e juntamente com diversas outras instituições criou diversos grupos de trabalho para esta finalidade.

## 2.10. Cadastro Técnico Multifinalitário

Segundo LOCH, 1989, o cadastro técnico multifinalitário constitui-se numa forma lógica e padronizada para avaliação das características regionais, identificando e solucionando os problemas de demarcação fundiária, uso do solo, titulação de propriedades, tributação territorial e predial, uso racional do solo, além de outros aspectos que envolvem a avaliação de uma área.

Conforme LIMA, 1999, o cadastro técnico multifinalitário é caracterizado como o conjunto de informações gráficas e descritivas de uma porção da superfície terrestre, contendo as propriedades imobiliárias corretamente georreferenciadas, possibilitando o conhecimento detalhado sobre todos os aspectos levantados, tendo em vista a gestão ambiental de forma racional, legal e econômica. Ainda é definido como um sistema de informações destinado a orientar e sustentar as decisões da administração municipal.

### 2.10.1. Cadastro Técnico Rural Multifinalitário

O Cadastro Técnico Rural pode ser definido como um sistema de informações referentes à propriedade rural, contemplando: propriedade, localização, dimensão, benfeitorias, lindeiros e etc., sendo gerenciado conjuntamente pelo INCRA e pela Secretaria da Receita Federal (ASSUMPÇÃO, 1987).

Conforme ASSUMPÇÃO, 1987, a realização do cadastro técnico de imóveis rurais com dados precisos e exatos pode propiciar o conhecimento da verdadeira estrutura fundiária de uma região, fornecer informações das paisagens naturais e culturais, demonstrar disponibilidade de áreas ociosas e a capacidade de uso destas áreas em questão.

A criação do cadastro rural se deu através da Lei nº 4.504/64 que dispõe sobre o Estatuto da Terra, a qual buscando o cumprimento dos direitos e deveres alusivos a bens imóveis rurais, tendo em vista a reforma agrária, determinou a realização de um levantamento de prédios rurais em todo o país, sob responsabilidade de um órgão federal e com informações obtidas junto aos proprietários. Com isso, todo o proprietário passou a ser obrigado a preencher um formulário, organizado e distribuído pelo INCRA, denominado Declaração para Cadastro de Imóvel Rural, dentro dos prazos legalmente estipulados e segundo as normas de direito.

A institucionalização do cadastro imobiliário rural ocorreu em novembro de 1972 através da Lei nº 5.868, quando foi criado o Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR). O principal objetivo do SNCR constitui no cadastro e atualização dos dados sobre imóveis rurais. Entende-se por imóvel rural aquele de área contínua que seja ou possa ser destinada à exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal, florestal ou agro-industrial, independentemente de sua localização, na zona rural ou urbana do município (AMORIM *et al*, 2005).

#### 2.10.1.1. O Cadastro Geométrico e a Lei nº 10.267/01

Com o objetivo de acabar com a grilagem de terras e a formação ilegal de latifúndios no Brasil, e buscando obter uma real integração entre o Registro e o Cadastro de Imóveis em áreas rurais, foi sancionada em 28 de agosto de 2001 a Lei nº 10.267/01, a qual veio alterar dentre outros, os dispositivos das leis que regem o Cadastro e o Registro de imóveis (PEREIRA E AUGUSTO, 2004).

A Lei originou-se da junção de dois fatos importantes: a pressão da comunidade internacional para que o país organizasse sua vertente rural de forma a continuar recebendo verbas internacionais e a constatação do caos em que se encontra o sistema registral brasileiro pela CPI (Comissão Parlamentar de Inquérito) da grilagem (PEREIRA E AUGUSTO, 2004).

Esta lei determina a criação do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR), que terá uma base comum de informações gerenciada pelo INCRA e pela Secretaria da Receita Federal, sendo produzido e compartilhado por diversas instituições públicas federais e estaduais, produtoras e usuárias de informações sobre o meio rural brasileiro (BRASIL, 2001).

O decreto nº 4.449 de 30 de outubro de 2002 regulamenta a Lei 10.267 ditando diretrizes quanto à elaboração do memorial descritivo, atribuições, levantamentos e cronograma de execução. Este decreto altera dispositivos das Leis nº 4.947 de 6 de abril de 1966; 5.868 de 12 de dezembro de 1972; 6.015 de 31 de dezembro de 1973; 6.739 de 5 de dezembro de 1979; 9.393 de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências (BRASIL, 2002).

O decreto nº 5.570 de 31 de outubro de 2005 dá nova redação aos artigos 5º, 9º, 10º e 16º do Decreto nº 4.449 de 30 de outubro de 2002, e dá outras providências (BRASIL, 2005).

#### 2.10.1.2. O Cadastro Geométrico e a Portaria nº 954/02

Em 13 de novembro de 2002 o INCRA estabeleceu através da Portaria nº 954, que o indicador da precisão posicional a ser atingido na determinação de cada par de coordenadas relativas a cada vértice definidor do limite do imóvel, não deverá ultrapassar o valor de 0,50m, conforme o estabelecido nas Normas Técnicas para Levantamentos Topográficos (BRASIL, 2002).

#### 2.10.1.3. O Cadastro Geométrico e a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais

Mediante às atribuições citadas anteriormente, o INCRA publicou em 17 de novembro de 2003 a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. Esta Norma, homologada pelo Presidente do INCRA através da Portaria nº 1101/2003

determina que todas as Superintendências Regionais do INCRA deverão observar a adoção da referida Norma na execução dos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais (INCRA, 2003).

Dentre os preceitos estabelecidos por essa norma, está a obrigatoriedade dos vértices definidores dos imóveis rurais estarem georreferenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e com precisão posicional de 0,5m (AMORIM, 2005).

A Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais tem o propósito de orientar os profissionais que atuam no mercado de demarcação, medição e georreferenciamento de imóveis rurais, visando o atendimento da Lei 10.267 de 28 de agosto de 2001, e foi elaborada tomando como base o Manual Técnico de Cartografia Fundiária do INCRA, aprovado pela Portaria Ministerial nº 547 de 26 de abril de 1988. A Norma tem como principais objetivos:

- Estabelecer os preceitos gerais e específicos aplicáveis aos serviços que visam à caracterização e o georreferenciamento de imóveis rurais, pelo levantamento e materialização de seus limites legais, feições e atributos associados;
- Proporcionar aos profissionais que atuam nesta área, padrões claros de precisão e acurácia para a execução de levantamentos topográficos voltados para o georreferenciamento de imóveis rurais;
- Assegurar a homogeneidade e a sistematização das operações geodésicas, topográficas e cadastrais, bem como as representações cartográficas decorrentes desta atividade, permitindo a inserção desses produtos no Sistema Nacional de Cadastro Rural – SNCR e no Cadastro Nacional de Imóveis Rurais – CNIR;
- Garantir ao proprietário confiabilidade na geometria descritiva do imóvel rural, de forma a dirimir conflitos decorrentes de sobreposição de limites dos imóveis lindeiros.

#### 2.11. Agricultura de Precisão

A evolução da informática, das tecnologias em geoprocessamento, dos sistemas de posicionamento global e de muitas outras tecnologias estão proporcionado à agricultura uma nova forma de se enxergar a propriedade, deixando de ser somente uma e sim várias propriedades dentro da mesma, porém com características específicas.

A solução predominantemente utilizada é a de focar grandes áreas e entendê-las como homogêneas, levando ao conceito da necessidade média para a

aplicação dos insumos, fertilizantes, defensivos, água, etc, o que faz com que, por exemplo, a mesma formulação e/ou quantidade do fertilizante seja utilizada para toda a área, atendendo apenas as necessidades médias e não considerando, desta forma, as necessidades específicas de cada parte do campo. O mesmo acontece para os demais insumos, causando como resultado uma lavoura com produtividade não uniforme (CAPELLI, 1999).

Segundo BATCHELOR *et al.* (1997) a agricultura de precisão é uma filosofia de manejo da fazenda, na qual os produtores são capazes de identificar a variabilidade dentro de um campo, e então manejar aquela variabilidade para aumentar produtividade e os lucros.

O termo agricultura de precisão engloba o uso de tecnologias atuais para o manejo de solo, insumos e culturas, de modo adequado às variações espaciais e temporais em fatores que afetam a produtividade das mesmas (EMBRAPA, 1997).

A agricultura de precisão é a tecnologia cujo objetivo consiste em aumentar a eficiência, com base no manejo diferenciado de áreas na agricultura.

A agricultura de precisão não consiste simplesmente na capacidade em aplicar tratamentos que variam de local para local, porém, ela deve ser considerada como a habilidade em monitorar e acessar a atividade agrícola, precisamente em um nível local, tanto que as técnicas de agricultura de precisão devem ser compreendidas como uma forma de manejo sustentável, na qual as mudanças ocorrem sem prejuízos para as reservas naturais, ao mesmo tempo em que os danos ao meio ambiente são minimizados (MANTOVANI *et al.*, 1998).

Além de útil à agricultura de precisão, esta definição engloba a idéia de compromisso no uso da terra, relativamente às gerações futuras. Um manejo sustentável implica algo além da manutenção dos índices de produtividade (MANTOVANI *et al.*, 1998).



### 3. Caracterização da Área de Estudo

A área piloto de estudo escolhida foi a Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A EEA/UFRGS está localizada no km 146 da BR 290, em Eldorado do Sul/RS, e é um órgão auxiliar das Faculdades de Agronomia e Veterinária. Possui uma área de 1.580 ha de relevo levemente acidentado, dividida em seis setores (Fitossanidade, Horticultura, Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Plantas de Lavoura, Solos e Zootecnia), além de áreas de preservação ambiental destinadas a estudos de Ecologia. Apresenta uma área construída de 10.000 m<sup>2</sup>, incluindo escritórios, alojamento, restaurante, salas de aula, laboratórios, estufas, casas de vegetação, construções para animais, hangar de máquinas, estação meteorológica e oficina.

A EEA tem como objetivo principal apoiar as atividades de ensino, pesquisas e extensão desenvolvidas pelas Faculdades de Agronomia e Veterinária da UFRGS, envolvendo docentes e alunos de graduação e pós-graduação.

Alguns dos motivos pelos quais optou-se por esta área foram: a proximidade com o município de Porto Alegre, facilitando as atividades de campo, a diversidade de uso e cobertura do solo, visto que a EEA/UFRGS possui 1.580 ha de área rural, com mata nativa, mata ciliar, áreas de preservação ambiental, açudes, diferentes culturas, estradas, edificações, etc, e principalmente por ser uma área pertencente à UFRGS.

FIGURA 6 – Fotografia aérea da Estação Experimental Agronômica da UFRGS (1998)



## 4. Materiais e Métodos

### 4.1. Materiais Utilizados

- Imagem Orbital do Sensor QuickBird II, adquirida junto ao CEPSRM, cujas especificações técnicas estão descritas no QUADRO 5.

QUADRO 5 – Especificação do Produto Adquirido pelo CEPSRM

Produto Bruto	Imagem Satélite QUICKBIRD ORTORETIFICÁVEL PAC (Bandas Separadas) - Catálogo DG - 0,60 P&B e 2,4m Color
Resolução Espacial	0,6m (PAN) + 2,4m (MULTI)
Resolução Radiométrica	8 bits
Projeção	Geográfica (Lat/Long)
Datum	WGS-84
Escala Compatível	Até 1:50.000
Nível de Precisão	50 m (CE 90%)
Cobertura de Nuvens	Até 20%
Mídia	CD
Formato	GeoTiff
ID da Cena em Catálogo e Data	1010010004BF2B03 e 1010010004BF2B04 – 10/01/2006

- Duas cartas topográficas de escala 1:25.000 (MI2986-2\NO e MI2986-2\SO) da cartografia sistemática brasileira (*datum* SAD-69/Imbituba), geradas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército, restituídas a partir de fotografias aéreas de 1975.

- Modelo Digital de Terreno da área de estudo gerado pela missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com *pixel* de aproximadamente 90m e disponível gratuitamente no endereço: <ftp://e0srp01.ecs.nasa.gov/srtm/version2>.

- Receptores GPS Topográficos (L1)

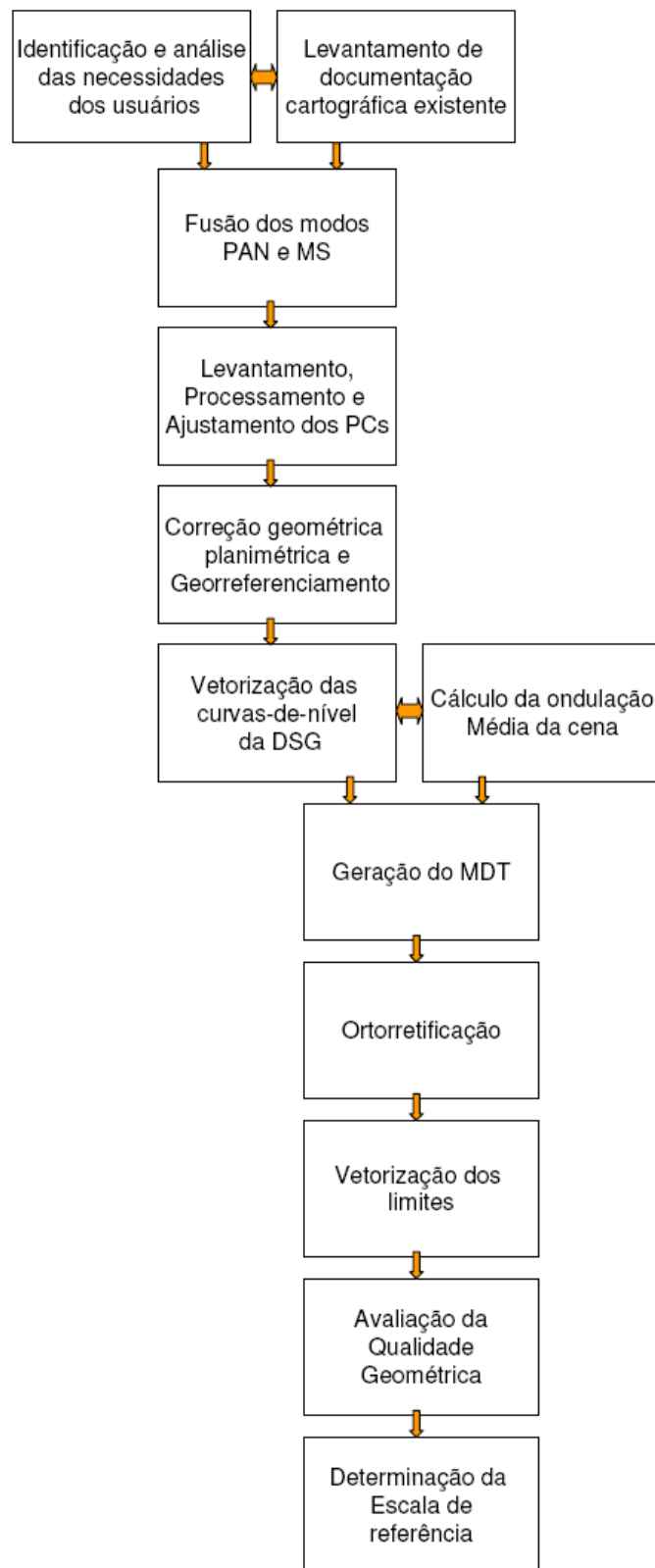
Foram utilizados um par de receptores GPS *ProMark2 da Ashtech*, um *GTR-A* e um *GTR-1 da TechGeo* para a coleta dos pontos de controle.

- *Softwares*

*Envi 4.2, AutoCad Map 2004, Ashtech Solution, TCGeo, MAPGEO2004, ArcGis 9.0.*

## 4.2. Metodologia

FIGURA 7 – Fluxograma metodológico



- Identificação e análise das necessidades dos usuários

Identificou-se as necessidades dos usuários, ou seja, as informações cartográficas necessárias e suas qualidades posicionais, através de pesquisa direcionada ao meio rural, e por meio de entrevista com o diretor da Estação Experimental Agronômica da UFRGS – EEA e profissional da área de Planejamento Florestal, definindo as informações e erros máximos toleráveis para um perfeito planejamento e gerenciamento de propriedades rurais e projetos florestais.

- Levantamento de documentação cartográfica existente

Reuniu-se mapas e dados de levantamentos topográficos realizados por alunos do Curso de Engenharia Cartográfica na disciplina de Cadastro Técnico nos anos de 2004, 2005 e 2006, bem como trabalho de conclusão de alunos da turma de 2002/1, o qual foi realizado na mesma área, incluindo monografia, mapa planimétrico da área, dados de levantamentos topográficos e orbitais, dentre outros.

- Fusão do modo pancromático e bandas do modo multiespectral

Após pesquisa em trabalhos sobre técnicas de fusão, decidiu-se utilizar o método de *Gram-Schmidt* do *software* ENVI 4.2, que é um modelo de domínio espectral, porque segundo artigo publicado por KUX *et al* (2005), esta técnica apresenta melhores resultados em termos qualitativos (análise visual de cores) e quantitativos (detalhes geométricos, comparação de parâmetros estatísticos e medição da variação de cor decorrente do processo). Ainda sobre o processo de fusão, foram utilizadas as 3 bandas do visível mais a 4ª banda (infra-vermelho próximo) para evitar grandes distorções de cores, conforme recomendado também por KUX *et al* (2005).

O processo de fusão inicia-se com a seleção da imagem com baixa resolução espacial (FIGURA 8) seguido da seleção da imagem de alta resolução (FIGURA 9). Em seguida são definidos os parâmetros de fusão pelo método *Gram-Schmidt* (FIGURA 10).

FIGURA 8 – Janela de seleção do arquivo com baixa resolução espacial

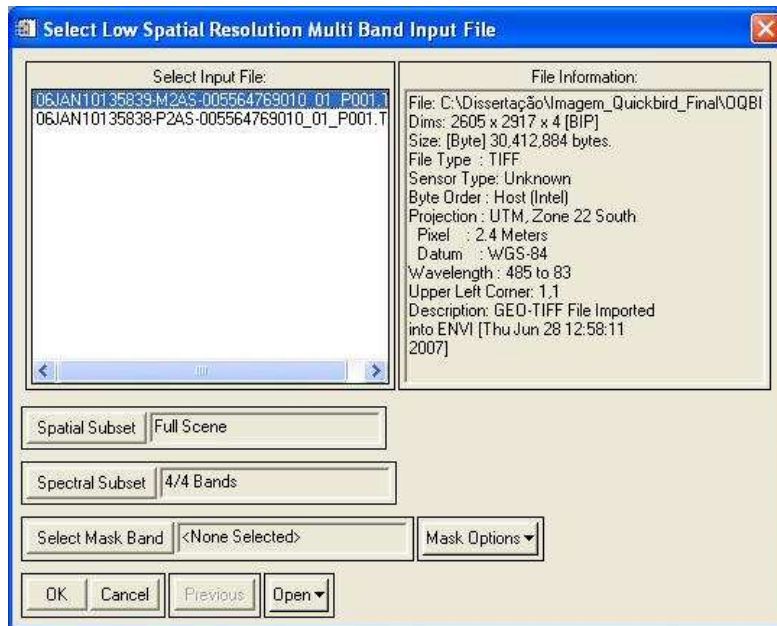


FIGURA 9 – Janela de seleção do arquivo com alta resolução espacial

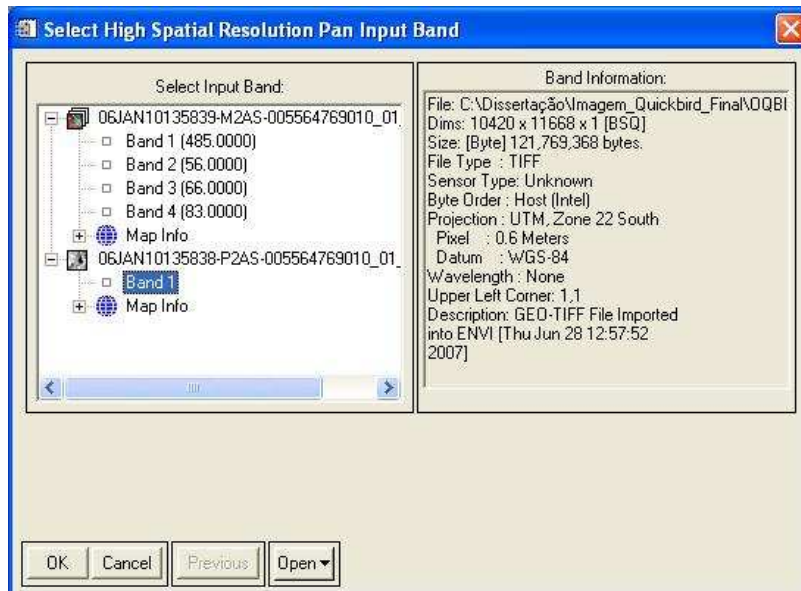
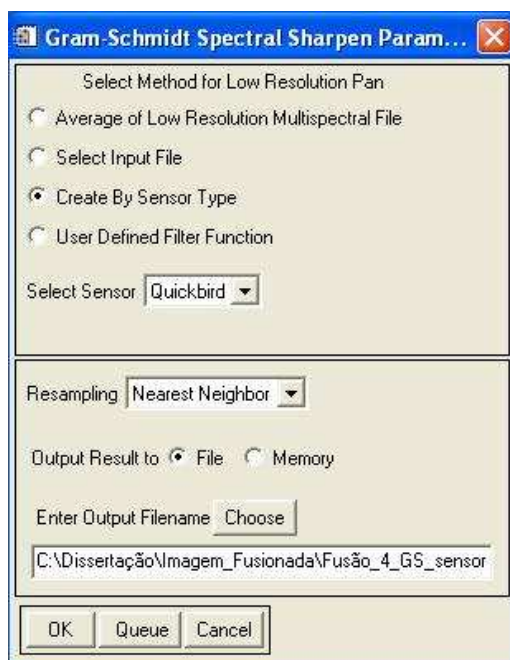


FIGURA 10 – Janela de definição dos parâmetros do processo de fusão



- Levantamento, processamento e ajustamento dos Pontos de Controle

Foram levantados por rastreamento GPS, 37 pontos de controle, utilizando-se receptores topográficos (L1), com método relativo e estático, com tempo de coleta de 20 minutos em cada ponto.

O processamento e ajustamento das linhas base foram realizados no *software Ashtech Solution*. As estações de referência para o ajustamento das observações foram: a estação POAL da RBMC e o P08, ponto da rede geodésica local da EEA, onde foram ignorados os pontos que obtiveram exatidão pior que 0,20m, conforme relatórios no APÊNDICE A.

- Correção geométrica planimétrica e georreferenciamento da imagem fusionada

Para calcular o tamanho da amostra de pontos de controle necessários para garantir qualidade ao processo de correção geométrica e georreferenciamento da imagem usada, seguiu-se a função estatística de Pereira, citada por ROCHA (2002), a qual leva em consideração a média amostral ( $x = 0,61m$ ), o erro amostral considerado como 12,5% da média amostral ( $\epsilon = 0,08m$ ), o desvio-padrão amostral como 1/3 do *pixel* ( $s = 0,2m$ ), o tamanho da população ( $N = 121580569 \text{ pixels}$ ) e o intervalo de confiança de 90% da tabela de distribuição normal ( $Z = 1,6994$ ), conforme mostrada abaixo, chegando-se numa amostra de 19 pontos de controle.

$$n = \frac{(Z^2 \cdot \gamma^2 \cdot N)}{[(N-1) \cdot (\epsilon_r)^2] + (Z^2 \cdot \gamma^2)}$$

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\bar{x}} \quad \gamma = \frac{s}{\bar{x}}$$

Onde:

n = Tamanho da amostra

N = Tamanho da população (quantidade de *pixels* na imagem)

Z = Intervalo de confiança

s = Desvio-padrão amostral

$\bar{x}$  = Média Amostral

$\epsilon_r$  = Erro Amostral Relativo

O valor do intervalo de confiança e o erro amostral são atribuídos em função da precisão da estimativa, finalidade da pesquisa, custo econômico e tempo disponível. O valor do erro amostral apresenta o erro máximo a ser aceito quando se utiliza uma média amostral ao invés da média populacional (ROCHA, 2002).

Determinou-se a exatidão dos pontos de controle a partir do valor do *pixel* da imagem, adotado como tolerância do erro obtido nas medições. O critério adotado foi de que a exatidão dos pontos de controle deveria ser três vezes melhor que o erro máximo tolerável, para um intervalo de confiança de 99,7%. Desta forma, utilizou-se um método de levantamento que apresentasse exatidão posicional melhor que 0,20m, o rastreamento com GPS Topográfico.

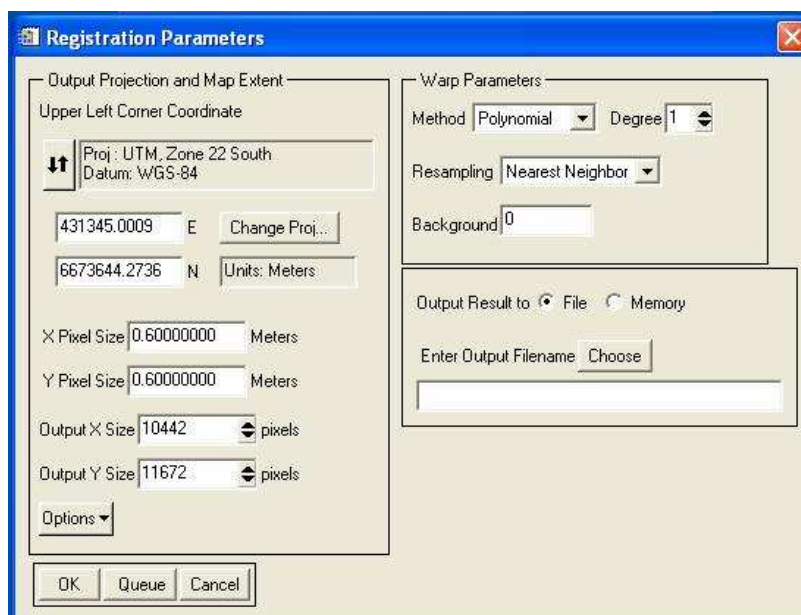
Quanto à distribuição dos pontos de controle, infelizmente tornou-se impossível seguir o princípio de *Merchand*, citado por ROCHA (2002), o qual recomenda a distribuição de 20% do total dos pontos para cada quadrante da imagem, de forma a garantir uma distribuição homogênea de pontos pela cena. Isso se deve a características particulares da cena, por se tratar de uma área rural, com limites naturais e vasta área de floresta nativa, sem infra-estrutura (FIGURA 11).

FIGURA 11 – Quantidade e distribuição dos pontos de controle



Como interpolador para reamostragem dos *pixels* utilizou-se o vizinho mais próximo, por ser o mais adequado para imagens temáticas. O modelo matemático utilizado para vincular as coordenadas da imagem e as coordenadas de campo foi a função polinomial de 1º grau, e por fim, a imagem foi georreferenciada ao Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS (FIGURA 12).

FIGURA 12 – Janela de definição dos parâmetros de registro





- Vetorização das curvas-de-nível da cartografia sistemática

Vetorizou-se manualmente as curvas-de-nível com equidistância de 10 m e os pontos cotados nas cartas topográficas da DSG (FIGURA 13) no *software AutoCad Map 2004*, obtendo-se assim, vetores no formato dxf.

FIGURA 13 – Carta Topográfica MI2986-2/NO



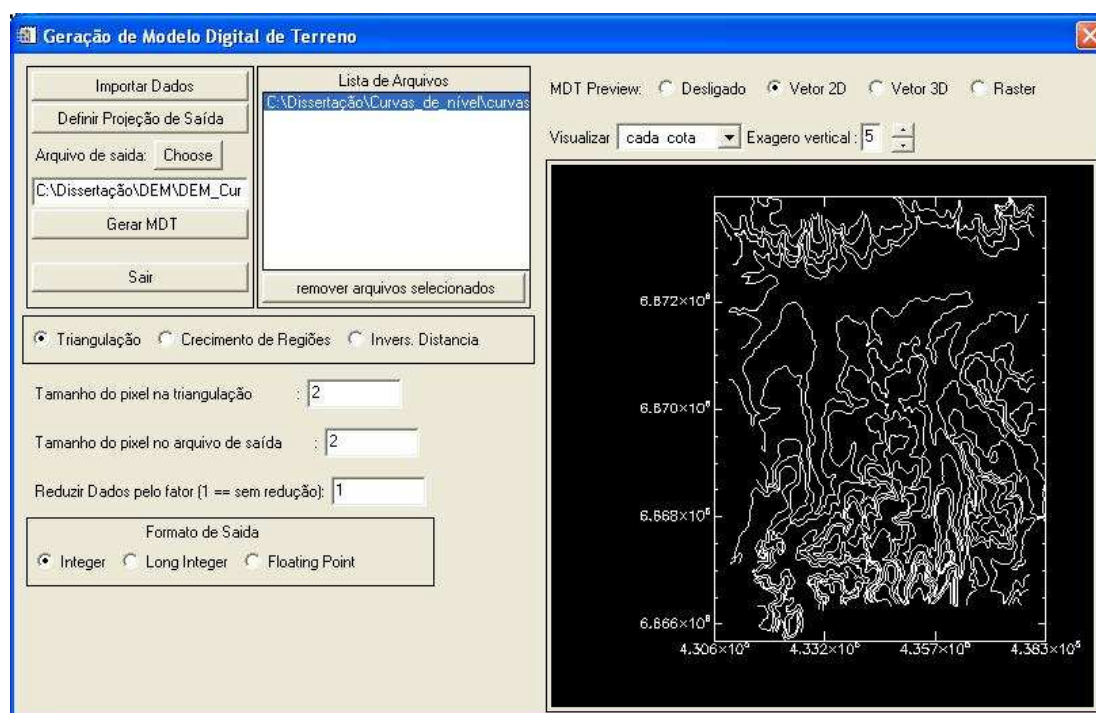
- Cálculo da ondulação geoidal média da cena

Através do *software MAPGEO2004* calculou-se a ondulação geoidal de uma amostra de 16 pontos, bem distribuídos, obtendo-se a média da ondulação geoidal para a geração do modelo digital do terreno.

- Geração do modelo digital do terreno a partir das curvas-de-nível

Também no *software ENVI 4.2* através da ferramenta Geração de MDT, gerou-se o modelo digital do terreno a partir das curvas e pontos cotados vetorizados. O MDT foi gerado em SAD-69 e projeção UTM, conforme cartas topográficas, *pixel* de 2 m, exagero vertical de 5 vezes e o método de interpolação foi o Triangulação (FIGURA 14).

FIGURA 14 – Janela de definição de parâmetros da Geração de MDT



- Ortorretificação da imagem fusionada

No *software* ENVI 4.2 realizou-se a primeira ortorretificação, através dos RPCs da imagem pancromática e do MDT de curvas com equidistância de 10m. O processo inicia-se com a seleção do arquivo da imagem a ser ortorretificada (FIGURA 15), seguida pela seleção do arquivo contendo os RPCs da cena (FIGURA 16) e por último a definição dos parâmetros de ortorretificação conforme (FIGURA 17).

Primeiramente define-se o método de interpolação para reamostragem da imagem, o método Bilinear .

Seleciona-se o arquivo do MDT gerado pelas curvas, bem como o interpolador para reamostragem do MDT, o método Bilinear. Nesta etapa utiliza-se o método Bilinear por ser o mais adequado para trabalhar com dados numéricos.

Logo, defini-se a ondulação geoidal média da cena e por último, o *datum* e projeção de saída, bem como o tamanho do *pixel* de saída e concluiu-se o processo de geração da orto-imagem ou ortorretificação.

FIGURA 15 – Janela de seleção da imagem a ser ortoretificada

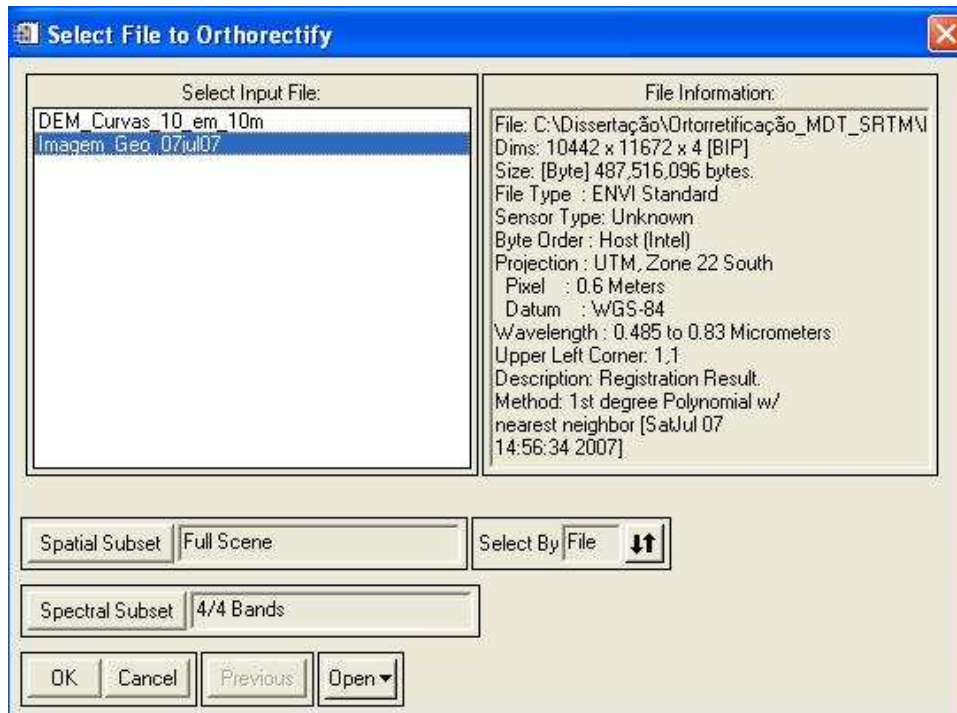


FIGURA 16 – Janela de seleção do arquivo de RPCs

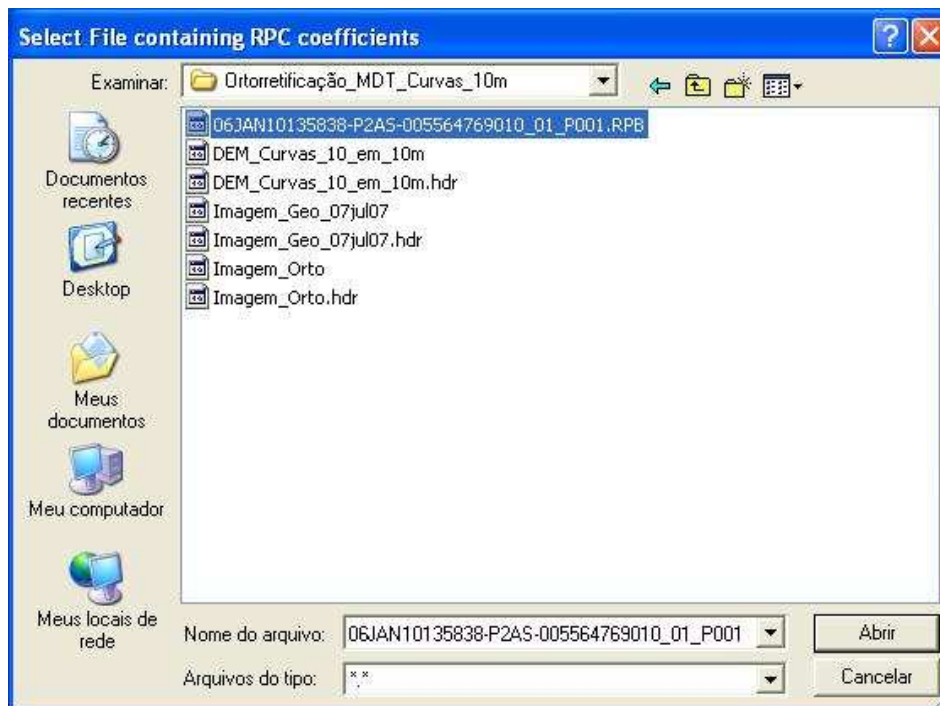
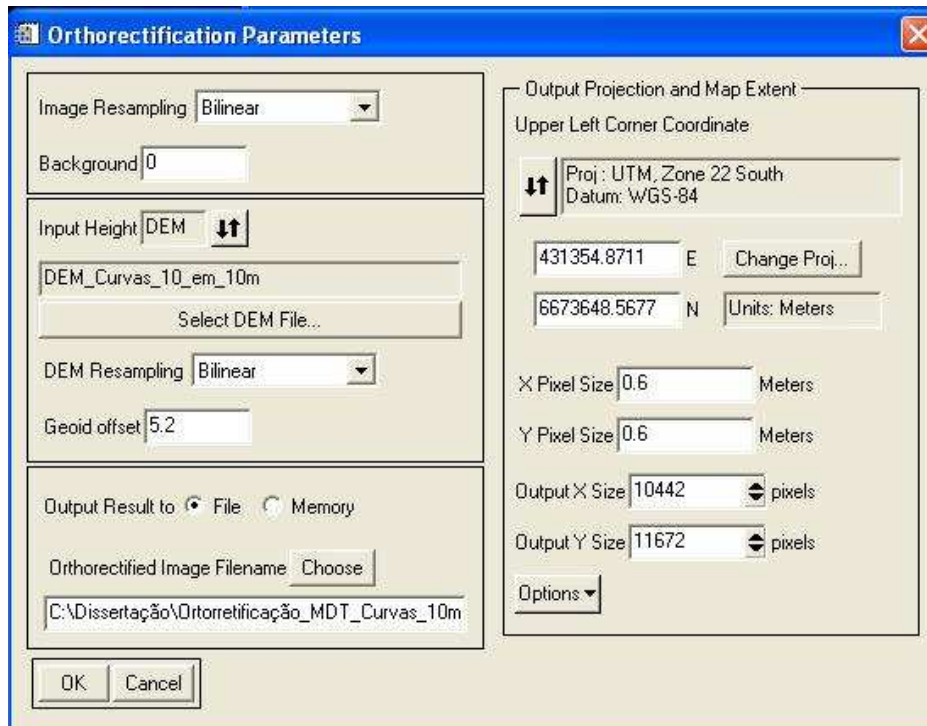


FIGURA 17 – Janela de definição dos parâmetros de Ortorretificação



Para o segundo processo de ortorretificação da mesma imagem fusionada, utilizou-se o mesmo arquivo de RPCs da imagem pancromática e um MDT da SRTM com *pixel* de aproximadamente 90m.

O procedimento para a geração da orto-imagem a partir do MDT da SRTM é exatamente o mesmo citado anteriormente, com exceção de que neste caso, não há a necessidade de informar a ondulação geoidal média da cena, porque o MDT não foi gerado a partir de curvas de cartas topográficas.

#### - Vetorização do Limite da EEA – UFRGS

Anterior ao início do processo de vetorização manual, alterou-se a composição colorida das orto-imagens, incluindo a banda 4 do infra-vermelho próximo, de forma a facilitar a identificação da drenagem em meio a mata nativa, visto que neste comprimento de onda do espectro eletromagnético se encontra o pico de reflectância da vegetação, aumentando o contraste entre a água e a mata. Em seguida, realizou-se a vetorização manual apenas do limite Sul da EEA no *software ArcGis*, devido ao fato de que somente esta parte possui dados de referência, e para que isso fosse possível, as duas imagens ortorretificadas foram primeiramente salvas no formato TIFF/GeoTIFF.

Vetorizou-se o mesmo limite na carta topográfica de escala 1:25.000 digitalizada e nas duas imagens ortorretificadas (uma ortorretificada a partir de um MDT gerado por curvas-de-nível e a outra pelo MDT da SRTM). Como a carta topográfica é georreferenciada ao *datum* SAD-69, houve a necessidade de converter-se o vetor deste limite para o *datum* WGS-84, permitindo a comparação com os demais vetores.

#### - Avaliação da Qualidade Geométrica

O método de avaliação da qualidade geométrica, ou seja, dos produtos cartográficos gerados, constituiu-se na sobreposição dos vetores dos limites oriundos das três diferentes fontes, isto é, da carta topográfica de escala 1:25.000 digitalizada, da imagem ortorretificada a partir do MDT gerado por curvas-de-nível e da imagem ortorretificada pelo MDT da SRTM.

O limite medido por topografia foi tomado como referência, sendo assim, a posição de cada ponto medido neste vetor, considerada como verdadeira. Logo, mediu-se a discrepância (deslocamento), definida neste trabalho como erro verdadeiro. Como os vetores gerados não possuem pontos correspondentes ao vetor referência, a discrepância foi medida perpendicularmente entre cada ponto de referência (do vetor medido por topografia) e os 3 (três) vetores gerados. Em seguida, calculou-se a média destas discrepâncias, ou seja, o erro verdadeiro médio para os 3 (três) produtos.

Avaliou-se separadamente o limite seco (norte e sul) do perímetro e o limite natural (oeste). O limite natural (leste) não foi avaliado, visto que não havia dados de referência deste.

O limite seco, por ser uma feição perene, foi avaliado para determinar a qualidade dos produtos através do erro verdadeiro médio.

Já o limite natural (drenagem), por ser uma feição dinâmica, não foi considerado na avaliação da qualidade geométrica dos produtos, e sim, na determinação do erro verdadeiro na aquisição de limites naturais (drenagens) a partir das ortomagens, permitindo a análise e comparação com a recomendação da Norma Técnica do INCRA.

#### - Determinação da escala de referência

A escala de referência foi determinada para o melhor produto, com base no decreto 89.817/64, citado no item 2.7.2., da seguinte forma: considerou-se

primeiramente os 31 pontos com menores erros verdadeiros absolutos (90% dos pontos do limite seco) e destes, verificou-se o valor do maior erro, o qual foi definido como  $0,5\text{mm} \times E_c$ , ou seja, igual ao PEC Planimétrico. A partir deste valor, resolvendo a equação, calculou-se a escala de referência para o respectivo produto.

## 5. Resultados e Discussões

### 5.1. Identificação das necessidades dos usuários

As necessidades dos usuários de produtos cartográficos na administração de áreas rurais, bem como planejamento e gestão de projetos florestais foram identificadas por meio de entrevistas, de onde foram gerados os dois questionários abaixo.

#### Questionário nº 1

**Nome:** Carlos Ricardo Trein

**Profissão:** Professor

**Ocupação:** Diretor da Estação Experimental Agronômica da UFRGS

**Conhecimentos Específicos:** Mecanização agrícola, administração e planejamento

**Atividade Desenvolvida:** Administração geral da área da EEA/UFRGS

1. Para um perfeito gerenciamento da área da EEA/UFRGS que documentos cartográficos esta propriedade deve possuir? (mapa contendo todo o município, mapa geral da região rural, mapa topográfico e cadastral, fotografias aéreas coloridas, imagens orbitais, modelos numéricos de altitude, ...)

**Resposta:** Pelo menos uma fotografia aérea, mas o ideal seria um mapa digital mais preciso.

2. Que informações geográficas necessitam ser mapeadas para um perfeito gerenciamento da EEA/UFRGS como propriedade rural? (estradas, hidrografia, altimetria, árvores, ...)

**Resposta:** Em ordem crescente de importância seria altimetria, estradas, hidrografia, árvores e assim por diante.

3. Quais as escalas ideais para estes documentos cartográficos? (1/100.000 para o mapa do município, 1/50.000 para o mapa da região rural, 1/5.000 para o mapa topográfico e cadastral, ...)

**Resposta:** O mais comum e usual é 1/30.000, mas o ideal seria 1/25.000 ou melhor.

4. Qual o erro posicional máximo aceitável na representação de uma feição topográfica no mapa, que não comprometa a qualidade final dos projetos necessários para o gerenciamento rural?(10m, 5m, 2m, 1m, 0,5m, ...)

**Resposta:** Para definição de unidades de solo, 15m, para caquizal 3m, para controle de copas de árvores 1,5m, para cercas internas 5,0m, para estradas 2m, para hidrografia 2,5m, para compactação do solo, adubação, herbicida, pesticida, etc 0,5m.

## Questionário nº 2

**Nome:** Marcelo Temps

**Profissão:** Engenheiro Florestal

**Ocupação:** Planejamento Florestal

**Conhecimentos Específicos:** Planejamento, Manejo, Inventário e Gestão Florestal, Avaliação de Projetos Florestais, Cadastro e Controle Florestal

**Atividade Desenvolvida:** Gestão do Planejamento Florestal Global

1. Para um perfeito gerenciamento da área de um Projeto Florestal que documentos cartográficos este projeto deve possuir? (mapa contendo todo o município, mapa geral da região, mapa topográfico e cadastral, fotografias aéreas coloridas, imagens orbitais, modelos numéricos de altitude, ...)

**Resposta:** Mapa regional com todos os municípios da área do projeto, fotografias aéreas ou imagens orbitais, mapa de uso e ocupação do solo de todas as propriedades, modelo numérico de altitude ou mapa com altimetria de toda a área do projeto.

2. Que informações geográficas necessitam ser mapeadas para um perfeito gerenciamento de um Projeto Florestal ? (estradas, hidrografia, altimetria, árvores, ...)

**Resposta:** Além do perímetro das propriedades, todas as feições existentes dentro deste perímetro, como: rios, sangas, açudes, barragens, estradas, matas nativas, banhados, campos, bosques existentes, áreas com rocha, bem como todos os aspectos do código florestal brasileiro (áreas de preservação permanente, reservas legais, etc) e altimetria de toda a área do projeto.



3. Quais as escalas ideais para estes documentos cartográficos? (1/100.000 para o mapa do município, 1/50.000 para o mapa da região rural, 1/5.000 para o mapa topográfico e cadastral, ...)

**Resposta:** Um mapa regional com escala 1:500.000 é suficiente. Para os mapas do planejamento florestal e operacional usa-se uma base de um vôo aerofotogramétrico com escala 1:30.000, gerando-se a partir desta base, mapas com escalas entre 1:20.000 e 1:5.000. Os mapas para licenciamento ambiental também são gerados a partir desta base aerofotogramétrica, em escalas entre 1:25.000 e 1:5.000.

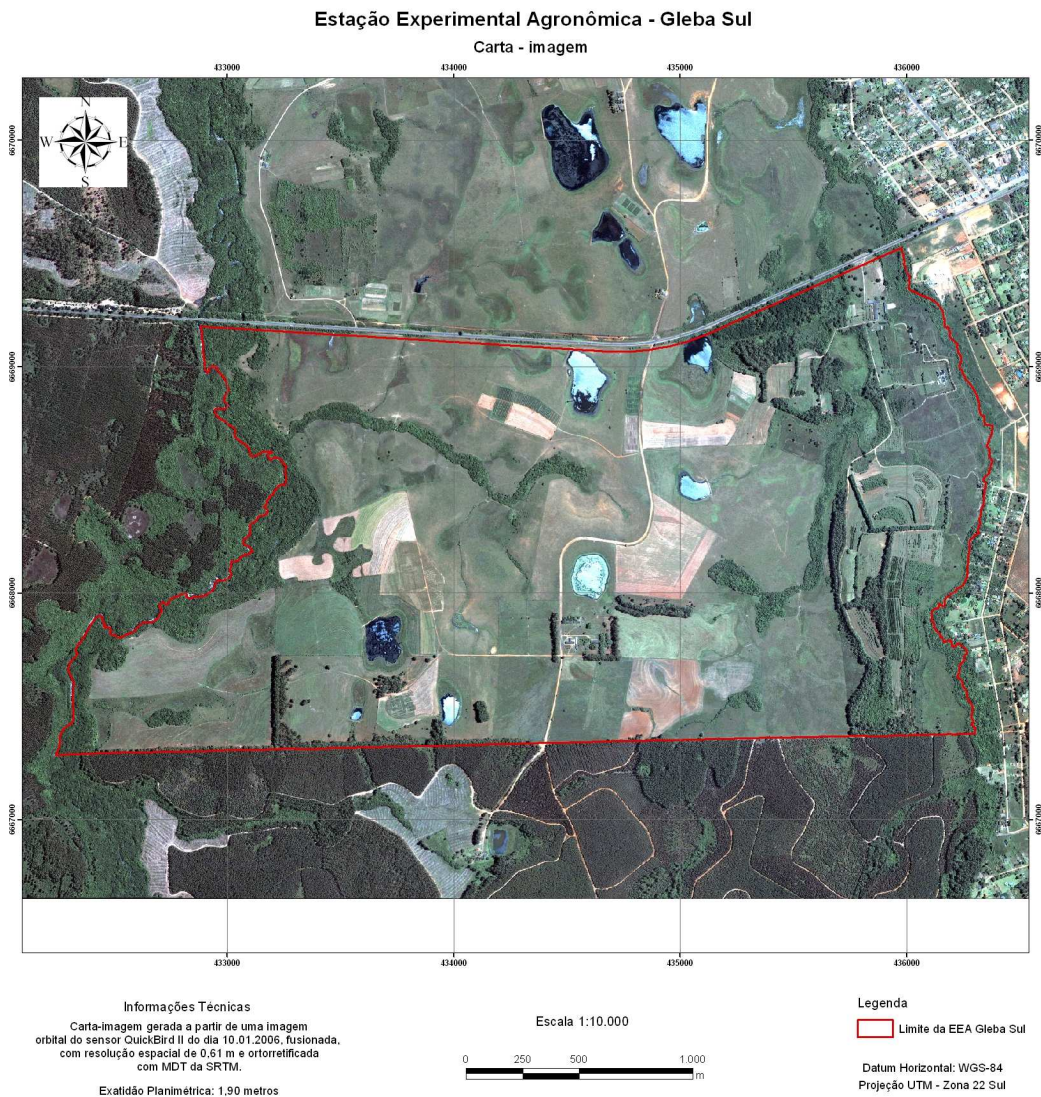
4. Qual o erro posicional máximo aceitável na representação de uma feição topográfica no mapa, que não comprometa a qualidade final dos projetos necessários para o gerenciamento de um Projeto Florestal ?(10m, 5m, 2m, 1m, 0,5m, ...)

**Resposta:** Atualmente usa-se uma base aerofotogramétrica de escala 1:30.000, com 1 m de pixel, erro planimétrico de 5 m e erro altimétrico de 8 m, o que atende plenamente o gerenciamento total do projeto florestal.

## 5.2. Geração da orto-imagem

Conforme metodologia descrita anteriormente, foi gerada uma orto-imagem da EEA – Gleba Sul, em composição colorida, com 0,61 m de resolução espacial (FIGURA 17).

FIGURA 18 – Orto-imagem da EEA – Gleba Sul



## 5.3. Geração dos dados para a análise da qualidade

Do total de 513 vértices definidores do limite da EEA – Gleba Sul, considerou-se apenas 114, visto que 308 vértices referentes ao Arroio da Mãe Anna não foram considerados porque este limite não foi medido por topografia, não podendo, portanto, ser tomado como referência. No limite oeste, Arroio Calombo, 91 vértices foram também desconsiderados com o intuito de evitar erros grosseiros, visto que nestes

pontos o limite correto não foi percorrido pela topografia, pois em meio à mata densa e considerando ainda a existência de meandros de arroios, ficou impossível identificar o limite correto.

Do total de 114 vértices de referência, mediu-se o erro verdadeiro (discrepância) entre os limites gerados a partir da carta topográfica, da imagem ortorretificada com MDT das curvas-de-nível e da imagem ortorretificada com o MDT da SRTM, e os limites secos medidos por topografia (34 vértices). Estes erros verdadeiros foram tabelados, calculando-se os erros verdadeiros médios, chegando-se em 14,13 m, 2,29 m e 1,90 m, respectivamente, para os produtos gerados a partir da carta, da imagem ortorretificada com curvas-de-nível e da imagem ortorretificada com SRTM, conforme TABELA 1 abaixo.

TABELA 1 – Comparação entre os vetores e o limite seco da EEA – Gleba Sul

<b>Limite Seco (Norte e Sul)</b>			
<b>Erro Verdadeiro (m)</b>			
<b>Vértice</b>	<b>Topo x Carta</b>	<b>Topo x Curvas</b>	<b>Topo x SRTM</b>
170	11,24	2,64	0,34
171	21,04	0,54	2,58
172	20,08	0,15	1,60
173	11,90	2,64	0,53
174	10,64	2,30	1,99
175	10,57	2,62	2,52
176	7,85	2,94	1,01
177	6,94	4,09	0,65
178	9,15	2,07	1,34
179	4,46	2,32	1,71
180	5,82	2,91	1,99
181	4,39	2,53	1,68
182	0,84	3,47	2,81
183	0,45	3,28	3,90
184	0,67	1,71	3,06
185	2,38	0,27	3,93
186	3,25	4,00	1,68
187	0,84	2,45	2,42
188	9,00	2,44	0,31
189	13,63	0,99	0,15
190	13,75	1,58	0,34
501	26,8	1,4	0,6
502	22,2	3,9	0,4
503	17,2	3,9	0,1
504	16,7	3,5	0,5
505	20,6	3,0	1,4
506	25,6	2,6	1,3
507	25,3	2,7	1,4

508	31,8	1,6	1,9
509	34,5	0,6	2,5
510	24,3	1,2	3,8
511	22,0	2,0	4,1
512	20,5	1,2	4,8
513	24,0	2,6	5,4
<b>EV Médio =</b>	<b>14,13</b>	<b>2,29</b>	<b>1,90</b>

Topo = Perímetro da EEA - Gleba Sul medido por Topografia (*REFERÊNCIA*)

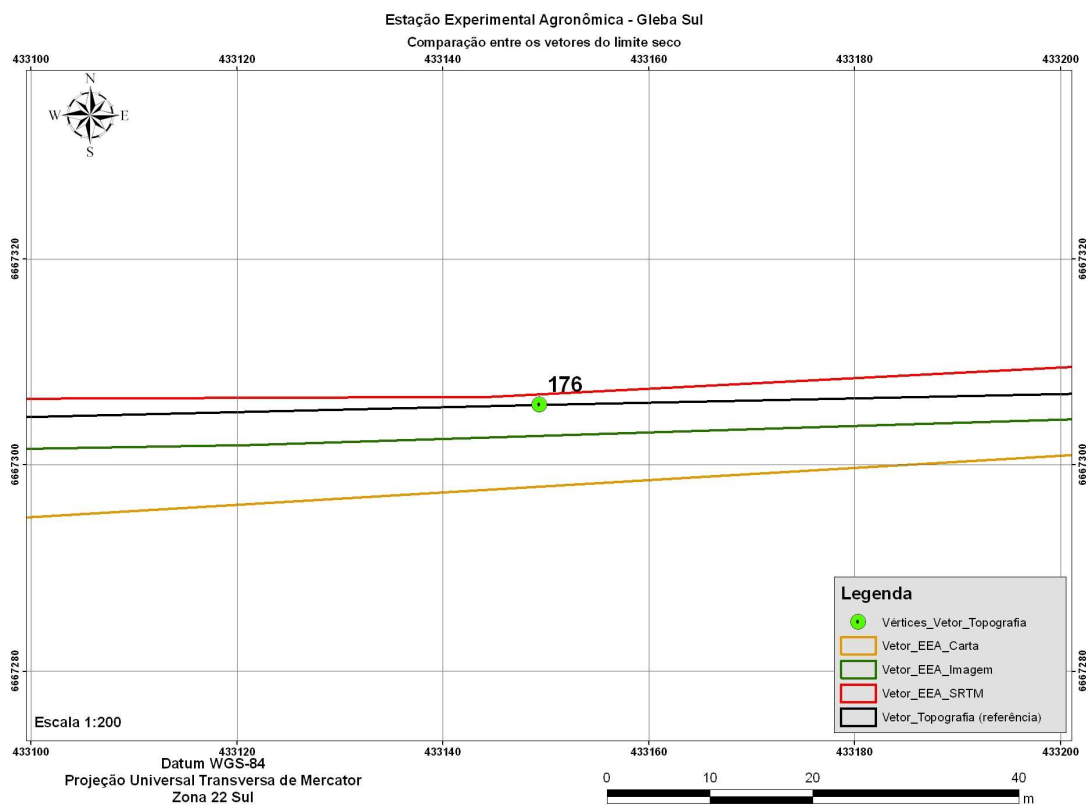
Carta = Perímetro da EEA - Gleba Sul vetorizado na carta topográfica digitalizada, de escala 1:25.000

Curvas = Perímetro da EEA - Gleba Sul vetorizado na imagem ortorretificada a partir de MDT gerado por curvas-de-nível com equidistância de 10m

SRTM = Perímetro da EEA - Gleba Sul vetorizado na imagem ortorretificada a partir do MDT da SRTM com 90m de pixel

EV Médio = Erro verdadeiro médio

FIGURA 19 – Comparação entre os vetores e o limite seco da EEA – Gleba Sul



Separadamente, mediu-se também o erro verdadeiro entre os limites gerados a partir da carta topográfica, da imagem ortorretificada com MDT das curvas-de-nível e da imagem ortorretificada com o MDT da SRTM, e o limite natural medido por topografia (80 vértices). Estes erros verdadeiros também foram tabelados, calculando-se os erros verdadeiros médios, chegando-se em 31,64 m, 11,89 m e 8,97 m,

respectivamente, para os produtos gerados a partir da carta, da imagem ortorretificada com curvas-de-nível e da imagem ortorretificada com SRTM, conforme TABELA 2.

TABELA 2 – Comparação entre os vetores e o limite natural da EEA – Gleba Sul

<b>Limite Natural (Oeste) - Arroio Calombo</b>			
<b>Erro Verdadeiro (m)</b>			
<b>Vértice</b>	<b>Topo x Carta</b>	<b>Topo x Curvas</b>	<b>Topo x SRTM</b>
33	11,48	8,51	3,48
34	2,68	5,42	10,37
35	26,67	30,89	34,95
36	33,29	12,14	7,27
37	27,57	9,95	5,87
38	26,63	12,57	8,09
39	27,50	9,21	6,47
40	21,77	8,59	5,23
41	21,15	5,60	2,98
42	20,03	7,96	3,98
43	21,77	10,45	6,84
44	38,45	4,11	2,24
45	63,95	18,91	21,15
46	42,80	0,97	0,27
47	35,83	2,56	3,76
48	39,07	2,55	1,30
49	26,38	0,72	3,70
50	26,25	0,76	3,68
51	24,51	9,71	2,62
52	46,78	0,89	3,67
53	46,66	2,91	-5,07
54	44,79	17,75	20,53
55	32,92	10,06	13,93
56	23,35	11,09	13,42
57	17,80	6,06	7,74
58	11,35	6,19	1,85
59	26,71	2,68	1,12
60	40,04	33,40	26,14
61	36,31	25,47	26,38
62	38,17	24,24	27,45
63	42,08	10,89	8,14
87	31,25	1,98	7,62
88	30,15	7,18	2,76
89	34,56	6,85	3,31
90	39,09	1,88	5,52
91	39,46	41,50	45,39
92	52,67	28,82	31,80
93	49,08	16,40	19,44
94	40,17	7,04	9,94
95	49,81	4,37	0,38
96	48,45	3,57	3,87

107	7,36	18,88	21,78
108	2,77	12,34	12,42
109	8,06	11,50	10,58
110	12,00	10,41	7,81
111	16,03	9,99	9,40
112	17,46	8,13	8,20
113	26,44	7,56	0,25
115	24,33	2,34	1,56
116	19,95	2,78	0,14
117	20,66	9,94	6,42
118	17,84	8,20	6,96
119	17,79	7,35	7,21
120	22,82	10,01	8,55
121	17,12	9,54	12,35
122	18,36	11,30	11,76
123	25,03	15,62	16,73
124	24,76	11,04	15,42
125	21,15	9,38	12,90
126	16,96	15,09	24,40
127	7,15	15,59	17,76
129	39,48	15,03	10,49
130	36,01	9,86	3,91
131	40,56	10,49	5,32
132	40,87	10,18	6,58
134	49,63	23,79	14,34
135	63,49	20,48	8,98
140	53,52	19,93	7,94
141	51,01	18,26	7,39
142	51,15	17,00	7,25
143	50,04	15,05	1,97
144	48,05	13,59	1,50
145	48,04	14,77	1,70
146	44,99	17,83	0,04
147	38,20	18,68	1,06
148	32,26	17,83	1,69
149	33,79	21,05	6,96
150	37,01	21,05	6,28
151	32,77	13,07	0,56
152	37,18	13,75	1,82
<b>EV Médio =</b>	<b>31,64</b>	<b>11,89</b>	<b>8,97</b>

Topo = Perímetro da EEA - Gleba Sul medido por Topografia (*REFERÊNCIA*)

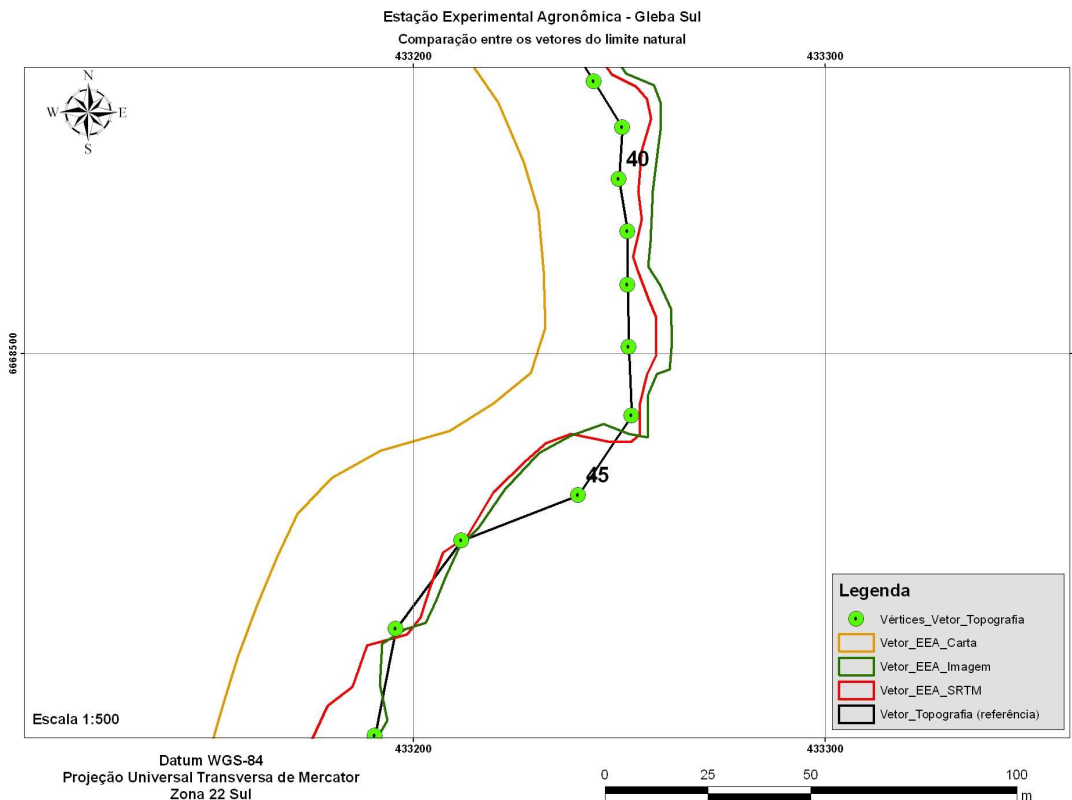
Carta = Perímetro da EEA - Gleba Sul vetorizado na carta topográfica digitalizada, de escala 1:25.000

Curvas = Perímetro da EEA - Gleba Sul vetorizado na imagem ortorretificada a partir de MDT gerado por curvas-de-nível com equidistância de 10m

SRTM = Perímetro da EEA - Gleba Sul vetorizado na imagem ortorretificada a partir do MDT da SRTM com 90m de pixel

EV Médio = Erro verdadeiro médio

FIGURA 20 – Comparação entre os vetores e o limite natural da EEA – Gleba Sul



#### 5.4. Avaliação da Qualidade Geométrica

##### 5.4.1. Limite Seco da EEA – Gleba Sul

A partir dos resultados referentes ao limite seco da EEA – Gleba Sul, permitiu-se então determinar o produto que apresentou o menor erro verdadeiro médio, ou seja, o produto mais exato.

Com base na TABELA 1, o produto com menor erro verdadeiro médio (planimétrico) foi a imagem ortoretificada com MDT da SRTM, com 1,90 metros.

##### 5.4.2. Limite Natural (Oeste) da EEA – Gleba Sul

A partir dos resultados referentes ao limite natural oeste da EEA – Gleba Sul, permitiu-se determinar o produto que apresentou o menor erro verdadeiro médio, ou seja, o produto mais exato em relação à determinação de limites naturais (drenagens) a partir de orto-imagens.

Com base na TABELA 2, o produto com menor erro verdadeiro médio (planimétrico) foi a imagem ortorretificada com MDT da SRTM, com 8,97 metros.

#### 5.4.3. Determinação da escala de referência

Após definido o melhor produto, isto é, a orto-imagem gerada através do MDT da SRTM e tendo por base o Decreto 89.817/64 citado no item 2.7.2., determinou-se a escala de referência para a aplicação deste.

Para isso, considerou-se primeiramente os 31 pontos com menores erros verdadeiros absolutos (90% dos pontos do limite seco) e destes, verificou-se o valor do maior erro, isto é, 3,93 metros, o qual foi definido como  $0,5\text{mm} \times E_c$ , ou seja, igual ao PEC Planimétrico. A partir deste valor, resolvendo a equação, calculou-se a escala de referência para o respectivo produto, que é 1:8.000.



## 6. Conclusão

Com base nos resultados e considerando os recursos utilizados e a metodologia desenvolvida, bem como as características físicas da área estudada, conclui-se que a utilização da imagem orbital de alta resolução espacial do sensor QuickBird II ortorretificada a partir de MDT da missão SRTM, com 90 metros de *pixel* é adequada para aplicações em uma escala de no máximo 1:8.000, apresentando melhor exatidão se comparada com as demais, visto que esta, apresentou erro verdadeiro médio de 1,90 metros, isto é, este produto é 1,2 vezes mais exato que o produto gerado pela imagem ortorretificada a partir de MDT das curvas-de-nível, e 7,4 vezes mais exato que o produto gerado da carta topográfica de escala 1:25.000.

Pode-se concluir ainda, conforme pesquisa realizada com o Diretor da EEA da UFRGS que este produto atende parcialmente as necessidades cartográficas da administração geral de uma propriedade rural com características físicas semelhantes à EEA, pois atende plenamente na escala de aplicação, na definição de unidades de solo, caquizal, cercas internas, estradas e hidrografia, não permitindo gerenciar informações que exijam maior exatidão, como: controle de copa de árvores e aplicação de herbicidas, pesticidas, etc.

Com relação às necessidades de um projeto florestal, conforme pesquisa, este produto atende planimetricamente como base cartográfica para a geração de mapas do planejamento florestal, mapas operacionais, para licenciamento ambiental, com exceção é claro, das informações de medidas de perímetro, as quais devem ser obtidas por meio de métodos de levantamento precisos. Como o produto foi avaliado somente planimetricamente, não há conclusão quanto à aplicação da altimetria num projeto florestal.

Referente ao cadastro geométrico da Lei 10.267/01, como era esperado, este produto não atende a delimitação de propriedades rurais, pois conforme a lei, cada vértice definidor do limite de uma propriedade rural deve apresentar precisão de no máximo 0,50 metros. Mas se tratando dos limites naturais, se analisarmos a recomendação constante no item 4.1 do capítulo 4 da Norma Técnica que diz:

*“ATENÇÃO – Os vértices virtuais localizados em serras inacessíveis, encostas de morros, áreas com cobertura vegetal protegidas por lei e áreas alagadiças entre outras, poderão ter*

*suas coordenadas determinadas a partir de cartas topográficas produzidas ou contratadas por Órgãos Públicos, condicionadas a prévia anuência da Superintendência Regional do INCRA, na região onde os trabalhos serão realizados. “*

Considerar que a melhor informação cartográfica disponível da região está em escala 1:25.000, com um erro planimétrico teórico de 12,5 metros, e sendo que a maior parte do estado possui informação em escala 1:50.000, ao se comparar com o melhor resultado obtido na determinação do limite natural Arroio Calombo, que foi através da imagem orbital de alta resolução espacial ortorretificada por meio de MDT da SRTM, vê-se que este produto apresenta exatidão 3,5 vezes maior que o produto gerado da carta topográfica, pois este último apresentou exatidão de 31,64 metros (pior que o esperado) contra 8,97 metros da imagem. Com isso, conclui-se que uma orto-imagem de alta resolução espacial do sensor QuickBird II, gerada a partir de processamentos semelhantes aos desenvolvidos neste trabalho e considerando ainda a característica topográfica da área estudada, é 3,5 vezes mais eficiente na determinação de limites naturais (drenagens) do que o recomendado pela Norma do INCRA.

## 7. Recomendações

Os resultados obtidos nos processos de ortorretificação deste trabalho podem ser melhorados, pois utilizou-se como informação altimétrica para a geração do MDT, curvas-de-nível com equidistância de 10 metros da cartografia sistemática brasileira, e um MDT da SRTM com *pixel* de 90 metros. Conforme Jacobsen e Passini (2005), devem ser verificados primeiramente os ângulos de apontamento do satélite, os quais podem ser verificados no arquivo de extensão IMD de documentação da imagem, onde recomenda-se que para ângulos *off-nadir* acima 10°, que é o caso da imagem utilizada, deve-se utilizar curvas-de-nível com equidistância de no mínimo 4 metros.

Quanto ao erro planimétrico encontrado na comparação entre o vetor gerado pela carta topográfica de escala 1:25.000 e o vetor medido pela topografia (referência), conforme o PEC a exatidão planimétrica esperada desta carta seria 0,5mm x  $E_c$ , ou seja, 12,5 metros, mas o resultado obtido foi um erro verdadeiro de 31,64 metros, maior que o esperado. Um dos motivos para esta incoerência é o fato de que o vôo fotogramétrico o qual serviu de base para a elaboração desta carta foi realizado em 1975, sendo que em 32anos estes cursos d'água devem ter variado bastante sua posição, o que reforça o risco da recomendação da Norma Técnica do INCRA em utilizar uma base cartográfica desatualizada na determinação de limites naturais.

## 8. Referências Bibliográficas

ANDRADE, J. B. **Fotogrametria**. Curitiba: SBEE, 1998.

ASSUMPÇÃO, C. E.. **Cadastro técnico de imóveis rurais básicos para execução de reforma agrária**, In Anais do 1º Seminário de Cadastro Técnico Rural e Urbano, ITCS, Curitiba, 1987.

BALL AEROSPACE & TECHNOLOGIES. **QUICKBIRD**. Disponível em: <http://www.ball.com/aerospace/bgis2000.html>. Acesso em maio de 2005.

BATCHELOR, B.; WHIGHAN, K; DEWITT, J. et al. **Precision Agriculture: introduction to precision agriculture**. Iowa Cooperative Extension, 1997. 4p. Disponível em: <http://www.extension.iastate.edu/Pages/precisionag/prec-ag.pdf>. Acessado em dezembro de 2006.

BRASIL. Decreto Lei 89.817 de 20 de junho de 1984. Estabelece as instruções reguladoras das normas técnicas da cartografia nacional. Brasília, 1984. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/CCIVIL/decreto/1980-1989/S89817.htm>. Acesso em 20 de outubro de 2005.

BRASIL. **Lei nº 10.267**, de 28 de agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2005.

BRITO, J; Coelho, L. **Fotogrametria Digital**. Instituto Militar de Engenharia, 1ª Ed., 2002.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998. 333 p.

CÂMARA, G.; FELGUEIRAS, C. A. **Modelagem Numérica do Terreno**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/Gilberto/livro/introd/cap7-mnt.pdf>.

CAPELLI, N. L. **Agricultura de precisão - Novas tecnologias para o processo produtivo**. LIE/DMAQAG/FEAGRI/UNICAMP, 1999. Disponível na Internet. <http://www.bases.cnptia.embrapa.br/cria/gip/gipap/capelli.doc>. Acessado em dezembro de 2006.

CELESTINO, V. S.; SALDANHA, D. L.; ROCHA, R.S. **Avaliação da qualidade de produtos gerados a partir de imagens Quickbird através do PEC – Brasileiro.** Florianópolis, 2007.

CNPM - EMBRAPA, HOME PAGE: [www.sat.cnpm.embrapa.br](http://www.sat.cnpm.embrapa.br) - Acesso em maio de 2005.

DUREN, R; WONG, E; BRECKENRIDE, B; SHAFFER, S; DUNCAN, C; TUBBS, E; SALOMON, P. **Metrology, Attitude and Orbit Determination for Spaceborne Interferometric Synthetic Aperture Radar.** In: SPIE AEROSENSE CONFERENCE ON ACQUISITION, TRACKING AND POSITION, 12, 1998, Orlando. Anais.

EMBRAPA. **Tecnologia em mecanização no Brasil: equipamentos e sistemas para o futuro.** In: Seminário temático para prospecção de demandas em pesquisa e desenvolvimento em mecanização agrícola no Brasil, 1997. Sete Lagoas - MG. Disponível em: <http://www.bases.cnptia.embrapa.br/cria/gip/gipap/seminario.doc>. Acesso dezembro de 2006.

FRASER, C.S.; DIAL, G.; GRODECKI, J. *Sensor orientation via RPCs.* ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing. p.182–194, 2006.

GUIA DO ENVI, HOME PAGE: [www.envi.com.br](http://www.envi.com.br) - Acesso em maio de 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em julho de 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Ponto de Referência.** Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista\\_ponto\\_de\\_referencia.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista_ponto_de_referencia.pdf). Acesso em dezembro de 2005.

INCRA. **Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais.** Gerência de Cartografia, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Brasília, 2003.

JACOBSEN, K.; PASSINI, R. *Accuracy of digital orthophotos from high resolution space imagery.* University of Hannover. Germany, 2005.

JENSEN, J. R. *Intruductory Digital Image Processing (2nd Ed.).* Prentice Hall, Upper Saddle River, 1996. 316 p.

LIMA, O. P. **Proposta metodológica para o uso do cadastro técnico multifinalitário na avaliação de impactos ambientais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

LOCH, C. **Curso de cadastro técnico multifinalitário.** FEESC/ACEAG. Criciúma, 1989.

LOCH, C. **Monitoramento global integrado de propriedades rurais.** Editora da UFSC. Florianópolis, 1990.

MANTOVANI, E.C.; QUEIROZ, D.M.; DIAS, G.P. Máquinas e operações utilizadas na agricultura de precisão. In: SILVA, F. M. da.(Coord.). **Mecanização e agricultura de precisão.** Poços de Caldas : UFLA/SBEA, 1998.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações.** São Paulo: UNESP, 2000.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** 1.ed. São José dos Campos: INPE, 2001.

PETRIE, G. *Optical imagery from airborne & spaceborne platforms, comparisons of resolution, coverage & geometry for a given ground pixel size.* Disponível em: <http://www.geoinformatic.com>. Acesso em agosto de 2005.

PINHEIRO, E.S. **Avaliação Imagens QuickBird Aplicadas ao Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata.** Artigo de Dissertação. São José dos Campos: INPE, 2003.

RICHARDS, J. A. *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction.* Springer-Verlag Berlin, 1993. 340 p.

ROCHA, R.S. 2002. **Exatidão Cartográfica para cartas digitais urbanas.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis - SC.

SILVA, A. M. **Curso de Processamento Digital de Imagens.** Apostila. Porto Alegre: XX Congresso Brasileiro de Cartografia, 2000.

SILVA, W. B.; VERGARA, O. R. **Avaliação da qualidade geométrica de imagens Ikonos ortorretificadas utilizando-se a transformação polinomial racional.** Instituto Militar de Engenharia. Goiânia, 2005.

SCHOWENGERDT, R. A. *Remote Sensing: models and methods for image processing.* Academic Press. New York, 1997. 2<sup>a</sup> ed. 522 p.

ZANARDI, R. P. **Geração de Modelo Digital de Terreno a partir de Par Estereoscópico do Sensor CCD do Satélite CBERS-2 e Controle de Qualidade das Informações Altimétricas.** Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: CEPSRM / UFRGS, 2005.

## APÊNDICE A

### Relatórios do Processamento dos Pontos de Controle

#### Project Summary

Rastreamento dia 02/08/2006

**Project file:** 214.spr

**Date:** 30/09/2006

---

**Client Name:** Raquel Radde da Silva

**Project Name:** Rastreamento GPS

**Project Comments:** Dissertação de Mestrado

**Desired Horizontal Accuracy:** 0,005m + 1ppm  
**Desired Vertical Accuracy:** 0,010m + 2ppm  
**Confidence Level:** 95% Err.

**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S)  
**Height System:** Ellips. Ht.  
**Linear Units:** Meters

**Number of Sites:** 7  
**Number of Vectors:** 12

**Survey Company Name:**



**Coordinate System Definition Summary**  
Rastreamento dia 02/08/2006

**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006

**Project file:**

214.spr

---

Geodetic Datum

**Name:** World Geodetic System 1984

**Reference Ellipsoid:** WGS84  
a = 6378137,000m  
1/f = 298,257223563

**Transformation Parameters:**

X Translation	=	0,000m
Y Translation	=	0,000m
Z Translation	=	0,000m
X Rotation	=	0,000000"
Y Rotation	=	0,000000"
Z Rotation	=	0,000000"
Scale Diff. (ppm)	=	0,000000

Note: Parameters define transformation from LOCAL SYSTEM to WGS84

Grid System

**Name:** Universal Transverse Mercator (S)

**Projection Type:** UTM

**Zone Name:** ZONA 22

**Zone Parameters:**

Longitude of Central Meridian	=	051°00'00,00000"W
Scale factor at Central Meridian	=	0,999600 m
Longitude of the grid origin	=	051°00'00,00000"W
Latitude of grid origin	=	00°00'00,00000"N
False easting (m)	=	500000,000 m
False northing (m)	=	10000000,000 m

**Observation Information**  
Rastreamento dia 02/08/2006

**Time System:** Local Time (UTC-3,0)  
**Linear Units of Measure:** Meters  
214.spr

**Date:** 30/09/2006  
**Project file:**

---

<u>File Name</u>	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>
1 POAL BPOALA06.214		0,000	0,000	0,007	21:00:30	20:59:45
2 P08- B1000A06.214		0,000	0,000	1,100	12:07:10	13:37:45
3 P08- B1000B06.214		0,000	0,000	1,100	14:45:40	18:32:45
4 VR05 B2000F06.214		0,000	0,000	1,570	17:45:05	18:05:20
5 VR01 B2000B06.214		0,000	0,000	1,570	15:13:10	15:37:20
6 VR02 B2000C06.214		0,000	0,000	1,560	15:49:20	16:10:35
7 VR03 B2000D06.214		0,000	0,000	1,356	16:25:45	16:46:05
8 VR04 B2000E06.214		0,000	0,000	1,570	17:06:45	17:28:00

**Control Site Positions**  
Rastreamento dia 02/08/2006

**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S)      **Date:** 30/09/2006  
**Height System:** Ellips. Ht.      **Project file:**  
 214.spr  
**Desired Horizontal Accuracy:** 0,005m + 1ppm  
**Desired Vertical Accuracy:** 0,010m + 2ppm  
**Confidence Level:** 95% Err.  
**Linear Units of Measure:** Meters

---

Site Fix	Site ID	Control Site Descriptor	Position	95% Error	Control Type
1	POAL		East. 488458,232	0,001	Hor/Ver
Fixed			Nrth. 6673003,764	0,002	
Fixed			Elev. 76,793	0,002	
2	P08-	P08	East. 434741,875	0,028	Hor/Ver
Fixed			Nrth. 6670229,616	0,030	
Fixed			Elev. 53,902	0,054	

Site ID	Control Site Descriptor	Convergence	Scale Factor	Elevation Factor
1	POAL	0 03,601	0,99960164	0,99998794
2	P08-	0 20,379	0,99965254	0,99999153

**Adjustment Summary**  
Rastreamento dia 02/08/2006

**Project file:** 214.spr

**Date:** 30/09/2006

---

<b>Adjustment Type:</b>	Fully Constrained
<b>Variance of Unit Weight:</b>	1,9
<b>Adjustment scale factor:</b>	1,00
<b>Vectors Failing Tau Test:</b>	0
<b>Site Pairs Failing Relative Accuracy QA Test:</b>	2
<b>Vector Total:</b>	12
<b>Site Total:</b>	7
<b>Horizontally Constrained Sites:</b>	2
<b>Vertically Constrained Sites:</b>	2
<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

**Adjusted Vectors**  
Rastreamento dia 02/08/2006

**Vector Stage:** Adjusted **Date:** 30/09/2006  
**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S) **Project file:**  
 214.spr  
**Height System:** Ellips. Ht.  
**Linear Units of Measure:** Meters

Tau Test	Vector Identifier		Vector Length	Radial Resid.	Vector Components			Resid.
	1	POAL-P08-	8/02 15:07	53808,724	0,159	X	-42824,877	-0,115
					Y	-32503,023	0,081	
					Z	-2227,605	0,074	
2	POAL-P08-	8/02 17:45	53808,724	0,083	X	-42824,877	-0,060	
					Y	-32503,023	0,057	
					Z	-2227,605	0,008	
3	POAL-VR05	8/02 20:45	53809,070	0,318	X	-42829,923	0,041	
					Y	-32496,005	-0,311	
					Z	-2241,293	-0,052	
4	POAL-VR01	8/02 18:13	53756,986	0,104	X	-43080,053	0,098	
					Y	-31995,062	0,032	
					Z	-3199,776	-0,014	
5	POAL-VR02	8/02 18:49	53745,651	0,120	X	-43061,557	-0,073	
					Y	-32003,995	0,082	
					Z	-3168,851	0,048	
6	POAL-VR03	8/02 19:25	53749,014	0,389	X	-43079,281	0,347	
					Y	-31980,426	0,156	
					Z	-3222,498	-0,079	
7	POAL-VR04	8/02 20:06	53709,595	0,192	X	-42897,525	0,157	
					Y	-32203,856	0,112	
					Z	-2726,643	-0,003	
8	P08--VR05	8/02 20:45	16,189	0,000	X	-5,046	-0,000	
					Y	7,019	0,000	
					Z	-13,688	0,000	
9	P08--VR01	8/02 18:13	1126,169	0,000	X	-255,176	-0,000	
					Y	507,961	-0,000	
					Z	-972,171	0,000	
10	P08--VR02	8/02 18:49	1091,326	0,000	X	-236,680	0,000	
					Y	499,029	-0,000	
					Z	-941,246	-0,000	
11	P08--VR03	8/02 19:25	1152,234	0,047	X	-254,404	-0,042	
					Y	522,597	-0,019	
					Z	-994,894	0,009	
12	P08--VR04	8/02 20:06	586,360	0,000	X	-72,648	-0,000	
					Y	299,168	-0,000	
					Z	-499,038	-0,000	

**Site Positions**

Rastreamento dia 02/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file:  
 214.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

---

Site Position	Site ID	Site Descriptor	Position	95% Error	Fix Status	
1 POAL Adjusted			East.	488458,232	0,000	Fixed
			Nrth.	6673003,764	0,000	Fixed
			Elev.	76,793	0,000	Fixed
2 P08- Adjusted	P08		East.	434741,875	0,000	Fixed
			Nrth.	6670229,616	0,000	Fixed
			Elev.	53,902	0,000	Fixed
3 VR05 Adjusted	VR05		East.	434742,364	0,003	
			Nrth.	6670213,451	0,002	
			Elev.	53,295	0,005	
4 VR01 Adjusted	VR01		East.	434863,261	0,005	
			Nrth.	6669110,427	0,005	
			Elev.	59,838	0,009	
5 VR02 Adjusted	VR02		East.	434872,016	0,005	
			Nrth.	6669146,488	0,005	
			Elev.	60,309	0,009	
6 VR03 Adjusted	VR03		East.	434873,088	0,138	
			Nrth.	6669085,318	0,127	
			Elev.	61,717	0,120	
7 VR04 Adjusted	VR04		East.	434873,734	0,003	
			Nrth.	6669658,548	0,003	
			Elev.	62,146	0,006	

Site ID	Site Descriptor	Convergence	Scale Factor	Elevation Factor
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P08-	P08	0 20,379	0,99965254	0,99999153
3 VR05	VR05	0 20,379	0,99965254	0,99999163

4	<b>VR01</b>	<b>VR01</b>	0 20,349	0,99965234	0,99999060
5	<b>VR02</b>	<b>VR02</b>	0 20,346	0,99965233	0,99999053
6	<b>VR03</b>	<b>VR03</b>	0 20,346	0,99965233	0,99999031
7	<b>VR04</b>	<b>VR04</b>	0 20,342	0,99965233	0,99999024

**Project Summary**  
Rastreamento dia 03/08/2006

**Project file:** 215.spr

**Date:** 30/09/2006

---

**Client Name:** Raquel Radde da Silva

**Project Name:** Rastreamento GPS

**Project Comments:** Dissertação de Mestrado

<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Linear Units:</b>	Meters

<b>Number of Sites:</b>	5
<b>Number of Vectors:</b>	7
<b>Survey Company Name:</b>	



**Coordinate System Definition Summary**  
Rastreamento dia 03/08/2006

**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006

**Project file:** 215.spr

---

Geodetic Datum

**Name:** World Geodetic System 1984

**Reference Ellipsoid:** WGS84  
a = 6378137,000m  
1/f = 298,257223563

**Transformation Parameters:**

X Translation	=	0,000m
Y Translation	=	0,000m
Z Translation	=	0,000m
X Rotation	=	0,000000"
Y Rotation	=	0,000000"
Z Rotation	=	0,000000"
Scale Diff. (ppm)	=	0,000000

Note: Parameters define transformation from LOCAL SYSTEM to WGS84

Grid System

**Name:** Universal Transverse Mercator (S)

**Projection Type:** UTM

**Zone Name:** ZONA 22

**Zone Parameters:**

Longitude of Central Meridian	=	051°00'00,00000"W
Scale factor at Central Meridian	=	0,999600 m
Longitude of the grid origin	=	051°00'00,00000"W
Latitude of grid origin	=	00°00'00,00000"N
False easting (m)	=	500000,000 m
False northing (m)	=	10000000,000 m

**Observation Information**  
Rastreamento dia 03/08/2006

**Time System:** Local Time (UTC-3,0)  
**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006  
**Project file:** 215.spr

<u>File Name</u>	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>
1 POAL BPOALA06.215		0,000	0,000	0,007	21:00:30	20:59:45
2 VR08 B1000E06.215		0,000	0,000	1,555	17:51:55	18:12:30
3 ???? B1000A06.215		0,000	0,000	2,055	14:40:50	15:14:20
4 ???? B1000B06.215		0,000	0,000	2,055	15:20:45	15:57:15
5 VR06 B1000C06.215		0,000	0,000	1,555	16:39:40	16:59:50
6 VR07 B1000D06.215		0,000	0,000	1,555	17:09:40	17:30:00
7 ???? B2000A06.215		0,000	0,000	1,065	09:06:55	12:30:50
8 P82T B2000B06.215		0,000	0,000	1,065	14:18:45	14:22:40
9 P82T B2000C06.215		0,000	0,000	1,065	14:24:50	18:26:15

**Control Site Positions**  
Rastreamento dia 03/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: 215.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

Site Fix <u>ID</u>	Control Site <u>Descriptor</u>	<u>Position</u>	95% <u>Error</u>	Control <u>Type</u>
1 POAL Fixed	East.	488458,232	0,001	Hor/Ver
Fixed	Nrth.	6673003,764	0,002	
Fixed	Elev.	76,793	0,002	
2 P82T Fixed	P82T East.	434741,875	0,028	Hor/Ver
Fixed	Nrth.	6670229,616	0,030	
Fixed	Elev.	53,902	0,054	

Site <u>ID</u>	Control Site <u>Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Scale Factor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P82T	P82T	0 20,379	0,99965254	0,99999153

**Adjustment Summary**  
Rastreamento dia 03/08/2006

**Project file:** 215.spr

**Date:** 30/09/2006

---

<b>Adjustment Type:</b>	Fully Constrained
<b>Variance of Unit Weight:</b>	1,4
<b>Adjustment scale factor:</b>	1,00
<b>Vectors Failing Tau Test:</b>	0
<b>Site Pairs Failing Relative Accuracy QA Test:</b>	3
<b>Vector Total:</b>	7
<b>Site Total:</b>	5
<b>Horizontally Constrained Sites:</b>	2
<b>Vertically Constrained Sites:</b>	2
<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

**Adjusted Vectors**  
Rastreamento dia 03/08/2006

**Vector Stage:** Adjusted **Date:** 30/09/2006  
**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S) **Project file:** 215.spr  
**Height System:** Ellips. Ht.  
**Linear Units of Measure:** Meters

Tau Test	Vector Identifier		Vector	Radial	Vector		
			Length	Resid.	Components	Resid.	
1	POAL-VR08	8/03 20:51	55123,675	0,089	X	-44119,938	-0,057
					Y	-32906,750	0,035
					Z	-3032,552	0,060
2	POAL-VR06	8/03 19:39	54153,293	0,417	X	-43032,257	0,239
					Y	-32814,372	-0,148
					Z	-2005,253	-0,308
3	POAL-VR07	8/03 20:09	53990,503	0,086	X	-42900,720	-0,055
					Y	-32718,458	0,022
					Z	-2001,295	0,062
4	POAL-P82T	8/03 17:24	53808,734	0,015	X	-42824,845	-0,011
					Y	-32503,082	0,007
					Z	-2227,601	-0,007
5	P82T-VR08	8/03 20:51	1577,391	0,000	X	-1295,094	0,000
					Y	-403,668	-0,000
					Z	-804,951	-0,000
6	P82T-VR06	8/03 19:39	435,155	0,000	X	-207,412	-0,000
					Y	-311,290	0,000
					Z	222,348	0,000
7	P82T-VR07	8/03 20:09	321,494	0,000	X	-75,876	0,000
					Y	-215,376	-0,000
					Z	226,306	-0,000

**Site Positions**

Rastreamento dia 03/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: 215.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

<u>Site Position ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Fix Status</u>
1 POAL Adjusted		East. 488458,232	0,000	Fixed
		Nrth. 6673003,764	0,000	Fixed
		Elev. 76,793	0,000	Fixed
2 VR08 Adjusted	VR08	East. 433481,567	0,005	
		Nrth. 6669282,125	0,005	
		Elev. 36,988	0,041	
3 VR06 Adjusted	VR06	East. 434384,774	0,002	
		Nrth. 6670477,755	0,002	
		Elev. 42,421	0,011	
4 VR07 Adjusted	VR07	East. 434547,345	0,004	
		Nrth. 6670485,309	0,005	
		Elev. 45,895	0,012	
5 P82T Adjusted	P82T	East. 434741,875	0,000	Fixed
		Nrth. 6670229,616	0,000	Fixed
		Elev. 53,902	0,000	Fixed

<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Scale Factor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1	POAL	0 03,601	0,99960164	0,99998794
2	VR08	0 20,779	0,99965459	0,99999419
3	VR06	0 20,488	0,99965312	0,99999334
4	VR07	0 20,437	0,99965285	0,99999279
5	P82T	0 20,379	0,99965254	0,99999153

**Project Summary**  
Rastreamento dia 04/08/2006

**Project file:** 216.spr  
30/09/2006

**Date:**

---

**Client Name:** Raquel Radde da Silva

**Project Name:** Rastreamento GPS

**Project Comments:** Dissertação de Mestrado

**Desired Horizontal Accuracy:** 0,005m + 1ppm  
**Desired Vertical Accuracy:** 0,010m + 2ppm  
**Confidence Level:** 95% Err.

**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S)  
**Height System:** Ellips. Ht.  
**Linear Units:** Meters

**Number of Sites:** 9  
**Number of Vectors:** 13  
**Survey Company Name:**

**Coordinate System Definition Summary**  
Rastreamento dia 04/08/2006

**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006

**Project file:**

216.spr

---

Geodetic Datum

**Name:** World Geodetic System 1984

**Reference Ellipsoid:** WGS84  
a = 6378137,000m  
1/f = 298,257223563

**Transformation Parameters:**

X Translation	=	0,000m
Y Translation	=	0,000m
Z Translation	=	0,000m
X Rotation	=	0,000000"
Y Rotation	=	0,000000"
Z Rotation	=	0,000000"
Scale Diff. (ppm)	=	0,000000

Note: Parameters define transformation from LOCAL SYSTEM to WGS84

Grid System

**Name:** Universal Transverse Mercator (S)

**Projection Type:** UTM

**Zone Name:** ZONA 22

**Zone Parameters:**

	Longitude of Central Meridian =
051°00'00,00000"W	Scale factor at Central Meridian = 0,999600 m
	Longitude of the grid origin =
051°00'00,00000"W	Latitude of grid origin =
00°00'00,00000"N	False easting (m) = 500000,000 m
	False northing (m) = 10000000,000 m



**Observation Information**  
Rastreamento dia 04/08/2006

**Time System:** Local Time (UTC-3,0)  
**Linear Units of Measure:** Meters  
216.spr

**Date:** 30/09/2006  
**Project file:**

<u>File Name</u>	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>
1 POAL BPOALA06.216		0,000	0,000	0,007	21:00:30	20:59:45
2 P83M B1000A06.216		0,000	0,000	1,440	09:38:10	15:06:05
3 VR09 B2000A06.216		0,000	0,000	1,530	09:57:40	10:18:25
4 VR10 B2000B06.216		0,000	0,000	1,560	10:28:05	10:50:35
5 VR11 B2000C06.216		0,000	0,000	1,560	10:57:00	11:18:45
6 VR12 B2000D06.216		0,000	0,000	1,565	11:54:15	12:16:10
7 VR13 B2000E06.216		0,000	0,000	1,565	14:47:25	15:08:15
8 VR14 B2000F06.216		0,000	0,000	2,485	15:33:30	15:53:50
9 VR15 B2000G06.216		0,000	0,000	1,570	16:24:05	16:32:50

**Control Site Positions**  
Rastreamento dia 04/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file:  
 216.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

---

Site	Control Site		95%	Control
<u>ID</u>	<u>Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>Error</u>	<u>Type</u>
1 POAL		East.	488458,232	0,001 Hor/Ver
Fixed		Nrth.	6673003,764	0,002
Fixed		Elev.	76,793	0,002
Fixed				
2 P83M	P83M	East.	434741,875	0,028 Hor/Ver
Fixed		Nrth.	6670229,616	0,030
Fixed		Elev.	53,902	0,054
Fixed				

Site	Control Site		Scale	Elevation
<u>ID</u>	<u>Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Factor</u>	<u>Factor</u>
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P83M	P83M	0 20,379	0,99965254	0,99999153

**Adjustment Summary**  
Rastreamento dia 04/08/2006

**Project file:** 216.spr  
30/09/2006

**Date:**

---

<b>Adjustment Type:</b>	Fully Constrained
<b>Variance of Unit Weight:</b>	1,7
<b>Adjustment scale factor:</b>	1,00
<b>Vectors Failing Tau Test:</b>	0
<b>Site Pairs Failing Relative Accuracy QA Test:</b>	5
<b>Vector Total:</b>	13
<b>Site Total:</b>	9
<b>Horizontally Constrained Sites:</b>	2
<b>Vertically Constrained Sites:</b>	2
<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

**Adjusted Vectors**  
Rastreamento dia 04/08/2006

**Vector Stage:** Adjusted **Date:**  
30/09/2006  
**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S) **Project file:**  
216.spr  
**Height System:** Ellips. Ht.  
**Linear Units of Measure:** Meters

---

Tau Test	Vector Identifier		Vector	Radial	Vector		
			Length	Resid.	Components	Resid.	
1	POAL-P83M	8/04 12:38	53808,729	0,030	X	-42824,988	-0,013
					Y	-32502,889	-0,026
					Z	-2227,537	-0,005
2	POAL-VR09	8/04 12:57	53454,927	0,210	X	-42497,190	-0,186
					Y	-32359,366	-0,079
					Z	-2071,116	-0,059
3	POAL-VR10	8/04 13:28	53352,536	0,300	X	-42416,684	-0,018
					Y	-32296,130	0,300
					Z	-2068,332	0,006
4	POAL-VR11	8/04 13:57	53329,443	0,048	X	-42341,758	-0,014
					Y	-32367,449	-0,044
					Z	-1885,023	-0,013
5	POAL-VR12	8/04 14:54	53351,295	0,041	X	-42279,264	0,007
					Y	-32498,321	-0,040
					Z	-1638,196	0,002
6	POAL-VR13	8/04 17:47	53580,843	0,366	X	-42375,166	0,311
					Y	-32762,969	0,175
					Z	-1356,407	-0,084
7	POAL-VR14	8/04 18:33	53276,368	0,000	X	-41881,644	0,000
					Y	-32923,117	0,000
					Z	-606,369	0,000
8	POAL-VR15	8/04 19:24	53889,214	0,000	X	-42819,030	0,000
					Y	-32658,656	0,000
					Z	-1997,541	0,000
9	P83M-VR09	8/04 12:57	390,535	0,000	X	327,798	0,000
					Y	143,523	0,000
					Z	156,421	0,000
10	P83M-VR10	8/04 13:28	484,569	0,073	X	408,303	0,000
					Y	206,759	-0,073
					Z	159,205	0,001
11	P83M-VR11	8/04 13:57	607,594	0,000	X	483,230	0,000
					Y	135,440	0,000
					Z	342,514	0,000
12	P83M-VR12	8/04 14:54	803,218	0,000	X	545,724	-0,000

					Y	4,568	0,000
					Z	589,341	-0,000
13	<b>P83M-VR13</b>	<b>8/04 17:47</b>	1014,322	0,000	X	449,822	-0,000
					Y	-260,080	0,000
					Z	871,130	0,000

**Site Positions**

Rastreamento dia 04/08/2006

**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S)

**Date:**

30/09/2006

**Height System:** Ellips. Ht.

**Project file:**

216.spr

**Desired Horizontal Accuracy:** 0,005m + 1ppm

**Desired Vertical Accuracy:** 0,010m + 2ppm

**Confidence Level:** 95% Err.

**Linear Units of Measure:** Meters

<u>Site Position</u>	<u>ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Fix Status</u>	
1 Adjusted	POAL		East.	488458,232	0,000	Fixed
			Nrth.	6673003,764	0,000	Fixed
			Elev.	76,793	0,000	Fixed
2 Adjusted	P83M	P83M	East.	434741,875	0,000	Fixed
			Nrth.	6670229,616	0,000	Fixed
			Elev.	53,902	0,000	Fixed
3 Adjusted	VR09	VR09	East.	435086,840	0,002	
			Nrth.	6670412,397	0,002	
			Elev.	53,913	0,005	
4 Adjusted	VR10	VR10	East.	435189,157	0,099	
			Nrth.	6670415,567	0,103	
			Elev.	52,791	0,123	
5 Adjusted	VR11	VR11	East.	435202,465	0,005	
			Nrth.	6670625,526	0,006	
			Elev.	49,483	0,009	
6 Adjusted	VR12	VR12	East.	435168,668	0,004	
			Nrth.	6670909,699	0,004	
			Elev.	48,085	0,008	
7 Adjusted	VR13	VR13	East.	434927,529	0,004	
			Nrth.	6671226,257	0,003	
			Elev.	34,990	0,010	
8 Adjusted	VR14	VR14	East.	435210,174	0,160	
			Nrth.	6672093,025	0,140	
			Elev.	32,543	0,278	
9 Adjusted	VR15	VR15	East.	434648,440	1,717	
			Nrth.	6670491,094	1,672	
			Elev.	47,496	1,517	

	<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Scale Factor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1	POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2	P83M	P83M	0 20,379	0,99965254	0,99999153
3	VR09	VR09	0 20,270	0,99965199	0,99999153
4	VR10	VR10	0 20,238	0,99965182	0,99999171
5	VR11	VR11	0 20,232	0,99965180	0,99999223
6	VR12	VR12	0 20,240	0,99965185	0,99999245
7	VR13	VR13	0 20,313	0,99965224	0,99999450
8	VR14	VR14	0 20,219	0,99965179	0,99999489
9	VR15	VR15	0 20,406	0,99965269	0,99999254

**Project Summary**  
Rastreamento dia 05/08/2006

**Project file:** 217.spr

**Date:** 30/09/2006

---

**Client Name:** Raquel Radde da Silva

**Project Name:** Rastreamento GPS

**Project Comments:** Dissertação de Mestrado

<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Linear Units:</b>	Meters

<b>Number of Sites:</b>	5
<b>Number of Vectors:</b>	7
<b>Survey Company Name:</b>	



**Coordinate System Definition Summary**  
Rastreamento dia 05/08/2006

**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006

**Project file:**

217.spr

---

Geodetic Datum

**Name:** World Geodetic System 1984

**Reference Ellipsoid:** WGS84  
a = 6378137,000m  
1/f = 298,257223563

**Transformation Parameters:**

X Translation	=	0,000m
Y Translation	=	0,000m
Z Translation	=	0,000m
X Rotation	=	0,000000"
Y Rotation	=	0,000000"
Z Rotation	=	0,000000"
Scale Diff. (ppm)	=	0,000000

Note: Parameters define transformation from LOCAL SYSTEM to WGS84

Grid System

**Name:** Universal Transverse Mercator (S)

**Projection Type:** UTM

**Zone Name:** ZONA 22

**Zone Parameters:**

	Longitude of Central Meridian =
051°00'00,00000"W	Scale factor at Central Meridian = 0,999600 m
	Longitude of the grid origin =
051°00'00,00000"W	Latitude of grid origin =
00°00'00,00000"N	False easting (m) = 500000,000 m
	False northing (m) = 10000000,000 m

**Observation Information**  
Rastreamento dia 05/08/2006

**Time System:** Local Time (UTC-3,0)  
**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006  
**Project file:** 217.spr

<u>File Name</u>	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>
1 POAL BPOALA06.217		0,000	0,000	0,007	21:00:30	20:59:45
2 P84N B1000C06.217		0,000	0,000	1,095	16:05:20	18:06:45
3 ???? B1000A06.217		0,000	0,000	1,095	09:01:10	10:25:35
4 ???? B1000A06.217		0,000	0,000	1,095	10:25:35	12:07:55
5 ???? B1000B06.217		0,000	0,000	1,095	14:29:10	16:02:45
6 ???? B2000A06.217		0,000	0,000	2,065	09:27:50	09:58:40
7 ???? B2000B06.217		0,000	0,000	2,065	10:09:55	10:40:00
8 ???? B2000C06.217		0,000	0,000	1,545	14:37:20	14:59:35
9 ???? B2000D06.217		0,000	0,000	2,050	15:17:25	15:20:25
10 ???? B2000E06.217		0,000	0,000	2,500	15:25:50	15:46:45
11 VR16 B2000F06.217		0,000	0,000	2,050	16:25:15	16:45:45
12 VR17 B2000G06.217		0,000	0,000	2,045	16:54:25	17:16:25
13 VR18 B2000H06.217		0,000	0,000	2,035	17:28:10	17:49:05

**Control Site Positions**  
Rastreamento dia 05/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      roject file: 217.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

---

Site	Control Site		95%	Control
<u>ID</u>	<u>Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>Error</u>	<u>Type</u>
1 POAL		East.	488458,232	0,001 Hor/Ver
Fixed		Nrth.	6673003,764	0,002
Fixed		Elev.	76,793	0,002
Fixed				
2 P84N	P84N	East.	434741,875	0,028 Hor/Ver
Fixed		Nrth.	6670229,616	0,030
Fixed		Elev.	53,902	0,054
Fixed				

Site	Control Site		Scale	Elevation
<u>ID</u>	<u>Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Factor</u>	<u>Factor</u>
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P84N	P84N	0 20,379	0,99965254	0,99999153

**Adjustment Summary**  
Rastreamento dia 05/08/2006

**Project file:** 217.spr

**Date:** 30/09/2006

---

<b>Adjustment Type:</b>	Fully Constrained
<b>Variance of Unit Weight:</b>	0,7
<b>Adjustment scale factor:</b>	1,00
<b>Vectors Failing Tau Test:</b>	0
<b>Site Pairs Failing Relative Accuracy QA Test:</b>	1
<b>Vector Total:</b>	7
<b>Site Total:</b>	5
<b>Horizontally Constrained Sites:</b>	2
<b>Vertically Constrained Sites:</b>	2
<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

**Adjusted Vectors**  
Rastreamento dia 05/08/2006

**Vector Stage:** Adjusted **Date:** 30/09/2006  
**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S) **roject file:** 217.spr  
**Height System:** Ellips. Ht.  
**Linear Units of Measure:** Meters

---

Tau Test	Vector Identifier		Vector Length	Radial Resid.	Vector Components			Resid.
	1	POAL-P84N	8/05 19:05	53808,710	0,011	X	-42824,800	0,009
					Y	-32503,096	-0,003	
					Z	-2227,666	-0,005	
2	POAL-VR16	8/05 19:25	54756,665	0,017	X	-44202,940	0,015	
					Y	-32015,826	-0,007	
					Z	-4402,195	0,006	
3	POAL-VR17	8/05 19:54	54817,923	0,149	X	-44208,441	-0,134	
					Y	-32134,615	0,041	
					Z	-4240,869	-0,051	
4	POAL-VR18	8/05 20:28	54271,157	0,078	X	-43819,061	0,047	
					Y	-31713,473	0,061	
					Z	-4416,330	-0,010	
5	P84N-VR16	8/05 19:25	2620,168	0,000	X	-1378,140	-0,000	
					Y	487,270	0,000	
					Z	-2174,529	-0,000	
6	P84N-VR17	8/05 19:54	2470,471	0,000	X	-1383,641	0,000	
					Y	368,481	-0,000	
					Z	-2013,203	0,000	
7	P84N-VR18	8/05 20:28	2530,278	0,013	X	-994,261	-0,008	
					Y	789,623	-0,010	
					Z	-2188,663	0,002	

**Site Positions**

Rastreamento dia 05/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: 217.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

<u>Site Position</u>	<u>ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Fix Status</u>
1 POAL Adjusted			East. 488458,232	0,000	Fixed
			Nrth. 6673003,764	0,000	Fixed
			Elev. 76,793	0,000	Fixed
2 P84N Adjusted		P84N	East. 434741,875	0,000	Fixed
			Nrth. 6670229,616	0,000	Fixed
			Elev. 53,902	0,000	Fixed
3 VR16 Adjusted		VR16	East. 433977,957	0,003	
			Nrth. 6667724,347	0,003	
			Elev. 74,816	0,007	
4 VR17 Adjusted		VR17	East. 433898,916	0,003	
			Nrth. 6667908,412	0,003	
			Elev. 71,534	0,006	
5 VR18 Adjusted		VR18	East. 434466,495	0,047	
			Nrth. 6667715,442	0,049	
			Elev. 82,589	0,049	

<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Scale Factor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P84N	P84N	0 20,379	0,99965254	0,99999153
3 VR16	VR16	0 20,636	0,99965378	0,99998825
4 VR17	VR17	0 20,659	0,99965390	0,99998877
5 VR18	VR18	0 20,483	0,99965298	0,99998703

**Project Summary**  
Rastreamento dia 06/08/2006

**Project file:** 218.spr

**Date:** 30/09/2006

---

**Client Name:** Raquel Radde da Silva

**Project Name:** Rastreamento GPS

**Project Comments:** Dissertação de Mestrado

**Desired Horizontal Accuracy:** 0,005m + 1ppm

**Desired Vertical Accuracy:** 0,010m + 2ppm

**Confidence Level:** 95% Err.

**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S)

**Height System:** Ellips. Ht.

**Linear Units:** Meters

**Number of Sites:** 5

**Number of Vectors:** 7

**Survey Company Name:**

**Coordinate System Definition Summary**  
Rastreamento dia 06/08/2006

**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006

**Project file:**

218.spr

---

Geodetic Datum

**Name:** World Geodetic System 1984

**Reference Ellipsoid:** WGS84  
a = 6378137,000m  
1/f = 298,257223563

**Transformation Parameters:**

X Translation	=	0,000m
Y Translation	=	0,000m
Z Translation	=	0,000m
X Rotation	=	0,000000"
Y Rotation	=	0,000000"
Z Rotation	=	0,000000"
Scale Diff. (ppm)	=	0,000000

Note: Parameters define transformation from LOCAL SYSTEM to WGS84

Grid System

**Name:** Universal Transverse Mercator (S)

**Projection Type:** UTM

**Zone Name:** ZONA 22

**Zone Parameters:**

	Longitude of Central Meridian =
051°00'00,00000"W	Scale factor at Central Meridian = 0,999600 m
	Longitude of the grid origin =
051°00'00,00000"W	Latitude of grid origin =
00°00'00,00000"N	False easting (m) = 500000,000 m
	False northing (m) = 10000000,000 m



**Observation Information**  
Rastreamento dia 06/08/2006

**Time System:** Local Time (UTC-3,0)  
**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006  
**Project file:** 218.spr

<u>File Name</u>	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>
1 POAL BPOALA06.218		0,000	0,000	0,007	21:00:30	20:59:45
2 P85T B1000A06.218		0,000	0,000	1,105	14:12:20	16:25:40
3 VR21 B2000C06.218		0,000	0,000	1,565	15:54:50	16:15:40
4 VR19 B2000A06.218		0,000	0,000	1,535	14:38:35	14:59:55
5 VR20 B2000B06.218		0,000	0,000	1,535	15:19:10	15:40:15

**Control Site Positions**  
Rastreamento dia 06/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: 218.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

Site	Control Site		95%	Control
<u>ID</u>	<u>Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>Error</u>	<u>Type</u>
1 POAL		East. 488458,232	0,001	Hor/Ver
Fixed		Nrth. 6673003,764	0,002	
Fixed		Elev. 76,793	0,002	
2 P85T	P85T	East. 434741,875	0,028	Hor/Ver
Fixed		Nrth. 6670229,616	0,030	
Fixed		Elev. 53,902	0,054	

Site	Control Site	Convergence	Scale	Elevation
<u>ID</u>	<u>Descriptor</u>		<u>Factor</u>	<u>Factor</u>
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P85T	P85T	0 20,379	0,99965254	0,99999153

**Adjustment Summary**  
Rastreamento dia 06/08/2006

**Project file:** 218.spr

**Date:** 30/09/2006

---

<b>Adjustment Type:</b>	Fully Constrained
<b>Variance of Unit Weight:</b>	2,5
<b>Adjustment scale factor:</b>	1,00
<b>Vectors Failing Tau Test:</b>	0
<b>Site Pairs Failing Relative Accuracy QA Test:</b>	3
<b>Vector Total:</b>	7
<b>Site Total:</b>	5
<b>Horizontally Constrained Sites:</b>	2
<b>Vertically Constrained Sites:</b>	2
<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

**Adjusted Vectors**  
Rastreamento dia 06/08/2006

**Vector Stage:** Adjusted **Date:** 30/09/2006  
**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S) **project file:** 218.spr  
**Height System:** Ellips. Ht.  
**Linear Units of Measure:** Meters

Tau Test	Vector Identifier		Vector	Radial	Vector		
			Length	Resid.	Components	Resid.	
1	POAL-P85T	8/06 17:12	53808,717	0,133	X	-42824,867	-0,082
					Y	-32503,014	0,064
					Z	-2227,741	-0,082
2	POAL-VR21	8/06 18:54	53986,225	0,303	X	-43477,768	0,248
					Y	-31754,262	-0,174
					Z	-3982,835	-0,014
3	P85T-VR21	8/06 18:54	2016,746	0,001	X	-652,901	-0,001
					Y	748,753	0,000
					Z	-1755,094	-0,000
4	POAL-VR19	8/06 17:38	53796,877	0,175	X	-43953,356	-0,140
					Y	-30334,111	0,065
					Z	-6484,455	-0,083
5	POAL-VR20	8/06 18:19	54309,172	0,138	X	-44040,200	-0,094
					Y	-31367,377	0,082
					Z	-5102,409	-0,058
6	P85T-VR19	8/06 17:38	4908,894	0,001	X	-1128,490	0,001
					Y	2168,903	-0,001
					Z	-4256,713	-0,000
7	P85T-VR20	8/06 18:19	3321,207	0,001	X	-1215,333	0,001
					Y	1135,637	-0,000
					Z	-2874,668	0,001

**Site Positions**

Rastreamento dia 06/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: 218.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

<u>Site Position ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Fix Status</u>
1 POAL Adjusted		East. 488458,232	0,000	Fixed
		Nrth. 6673003,764	0,000	Fixed
		Elev. 76,793	0,000	Fixed
2 P85T Adjusted	P85T	East. 434741,875	0,000	Fixed
		Nrth. 6670229,616	0,000	Fixed
		Elev. 53,902	0,000	Fixed
3 VR21 Adjusted	VR21	East. 434705,913	0,010	
		Nrth. 6668214,031	0,010	
		Elev. 75,859	0,019	
4 VR19 Adjusted	VR19	East. 435230,252	0,019	
		Nrth. 6665347,212	0,019	
		Elev. 112,843	0,049	
5 VR20 Adjusted	VR20	East. 434512,330	0,025	
		Nrth. 6666917,597	0,022	
		Elev. 73,505	0,030	

<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Scale Factor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1	POAL	0 03,601	0,99960164	0,99998794
2	P85T	0 20,379	0,99965254	0,99999153
3	VR21	0 20,405	0,99965260	0,99998809
4	VR19	0 20,262	0,99965176	0,99998228
5	VR20	0 20,475	0,99965291	0,99998846

**Project Summary**  
Rastreamento dia 07/08/2006

**Project file:** 219.spr

**Date:** 30/09/2006

---

**Client Name:** Raquel Radde da Silva

**Project Name:** Rastreamento GPS

**Project Comments:** Dissertação de Mestrado

<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Linear Units:</b>	Meters

<b>Number of Sites:</b>	5
<b>Number of Vectors:</b>	7
<b>Survey Company Name:</b>	

**Coordinate System Definition Summary**  
Rastreamento dia 07/08/2006

**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006

**Project file:**

219.spr

---

Geodetic Datum

**Name:** World Geodetic System 1984

**Reference Ellipsoid:** WGS84  
a = 6378137,000m  
1/f = 298,257223563

**Transformation Parameters:**

X Translation	=	0,000m
Y Translation	=	0,000m
Z Translation	=	0,000m
X Rotation	=	0,000000"
Y Rotation	=	0,000000"
Z Rotation	=	0,000000"
Scale Diff. (ppm)	=	0,000000

Note: Parameters define transformation from LOCAL SYSTEM to WGS84

Grid System

**Name:** Universal Transverse Mercator (S)

**Projection Type:** UTM

**Zone Name:** ZONA 22

**Zone Parameters:**

	Longitude of Central Meridian =
051°00'00,00000"W	Scale factor at Central Meridian = 0,999600 m
	Longitude of the grid origin =
051°00'00,00000"W	Latitude of grid origin =
00°00'00,00000"N	False easting (m) = 500000,000 m
	False northing (m) = 10000000,000 m

**Observation Information**  
Rastreamento dia 07/08/2006

**Time System:** Local Time (UTC-3,0)  
**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006  
**Project file:** 219.spr

---

<u>File Name</u>	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>
1 POAL BPOALA06.219		0,000	0,000	0,007	21:00:30	20:59:45
2 ???? B1000B06.219		0,000	0,000	1,105	14:33:45	19:06:35
3 ???? B1000A06.219		0,000	0,000	1,105	09:47:10	09:57:00
4 P86M B1000A06.219		0,000	0,000	1,105	09:57:00	11:41:20
5 VR22 B2000A06.219		0,000	0,000	2,010	10:02:20	10:23:20
6 VR23 B2000B06.219		0,000	0,000	2,030	10:35:15	10:57:00
7 VR24 B2000C06.219		0,000	0,000	2,010	11:10:20	11:32:10
8 ???? B2000D06.219		0,000	0,000	1,990	14:51:10	15:12:20
9 ???? B2000E06.219		0,000	0,000	1,533	15:27:10	15:48:15
10 ???? B2000F06.219		0,000	0,000	1,555	15:57:10	16:18:05
11 ???? B2000G06.219		0,000	0,000	1,542	16:25:35	16:48:10
12 ???? B2000H06.219		0,000	0,000	1,585	16:56:15	17:17:10
13 ???? B2000I06.219		0,000	0,000	2,025	17:29:30	17:50:45



**Control Site Positions**  
Rastreamento dia 07/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: 219.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

Site Fix <u>ID</u>	Control Site <u>Descriptor</u>	<u>Position</u>	95% <u>Error</u>	Control <u>Type</u>
1 POAL Fixed	East.	488458,232	0,001	Hor/Ver
Fixed	Nrth.	6673003,764	0,002	
Fixed	Elev.	76,793	0,002	
2 P86M Fixed	P86T East.	434741,875	0,028	Hor/Ver
Fixed	Nrth.	6670229,616	0,030	
Fixed	Elev.	53,902	0,054	

Site <u>ID</u>	Control Site <u>Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Scale Factor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P86M	P86T	0 20,379	0,99965254	0,99999153

**Adjustment Summary**  
Rastreamento dia 07/08/2006

**Project file:** 219.spr

**Date:** 30/09/2006

---

<b>Adjustment Type:</b>	Fully Constrained
<b>Variance of Unit Weight:</b>	3,2
<b>Adjustment scale factor:</b>	1,00
<b>Vectors Failing Tau Test:</b>	0
<b>Site Pairs Failing Relative Accuracy QA Test:</b>	3
<b>Vector Total:</b>	7
<b>Site Total:</b>	5
<b>Horizontally Constrained Sites:</b>	2
<b>Vertically Constrained Sites:</b>	2
<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

**Adjusted Vectors**  
Rastreamento dia 07/08/2006

**Vector Stage:** Adjusted **Date:** 30/09/2006  
**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S) **Project file:** 219.spr  
**Height System:** Ellips. Ht.  
**Linear Units of Measure:** Meters

Tau Test	Vector Identifier		Vector	Radial	Vector		
			Length	Resid.	Components	Resid.	
1	POAL-P86M	8/07 12:57	53808,855	0,144	X	-42824,905	-0,116
					Y	-32503,199	-0,079
					Z	-2227,650	0,030
2	POAL-VR22	8/07 13:02	55050,047	0,219	X	-44092,927	0,168
					Y	-32810,355	0,135
					Z	-3130,822	0,043
3	POAL-VR23	8/07 13:35	53839,425	0,575	X	-43264,879	-0,176
					Y	-31837,059	-0,547
					Z	-3638,074	0,027
4	POAL-VR24	8/07 14:10	52810,396	0,361	X	-42471,752	0,026
					Y	-31177,848	0,345
					Z	-3609,707	0,103
5	P86M-VR22	8/07 13:02	1586,803	0,000	X	-1268,022	-0,000
					Y	-307,156	-0,000
					Z	-903,172	-0,000
6	P86M-VR23	8/07 13:35	1620,684	0,001	X	-439,974	-0,000
					Y	666,140	0,000
					Z	-1410,425	0,000
7	P86M-VR24	8/07 14:10	1947,140	0,001	X	353,153	0,000
					Y	1325,351	-0,001
					Z	-1382,057	-0,000

**Site Positions**

Rastreamento dia 07/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: 219.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

<u>Site Position</u>	<u>ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Fix Status</u>
1 POAL Adjusted			East. 488458,232	0,000	Fixed
			Nrth. 6673003,764	0,000	Fixed
			Elev. 76,793	0,000	Fixed
2 P86M Adjusted	P86T		East. 434741,875	0,000	Fixed
			Nrth. 6670229,616	0,000	Fixed
			Elev. 53,902	0,000	Fixed
3 VR22 Adjusted	VR22		East. 433563,303	0,011	
			Nrth. 6669168,121	0,012	
			Elev. 35,223	0,020	
4 VR23 Adjusted	VR23		East. 434819,343	0,013	
			Nrth. 6668611,483	0,013	
			Elev. 73,210	0,020	
5 VR24 Adjusted	VR24		East. 435849,889	0,016	
			Nrth. 6668629,408	0,016	
			Elev. 37,133	0,026	

<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Scale Factor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P86M	P86T	0 20,379	0,99965254	0,99999153
3 VR22	VR22	0 20,755	0,99965445	0,99999447
4 VR23	VR23	0 20,366	0,99965241	0,99998850
5 VR24	VR24	0 20,044	0,99965077	0,99999417

**Project Summary**  
Rastreamento dia 07/08/2006

**Project file:** 219b.spr  
30/09/2006

**Date:**

---

**Client Name:** Raquel Radde da Silva

**Project Name:** Rastreamento GPS

**Project Comments:** Dissertação de Mestrado

**Desired Horizontal Accuracy:** 0,005m + 1ppm  
**Desired Vertical Accuracy:** 0,010m + 2ppm  
**Confidence Level:** 95% Err.

**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S)  
**Height System:** Ellips. Ht.  
**Linear Units:** Meters

**Number of Sites:** 8  
**Number of Vectors:** 13  
**Survey Company Name:**

**Coordinate System Definition Summary**  
Rastreamento dia 07/08/2006

**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006

**Project file:**

219b.spr

---

Geodetic Datum

**Name:** World Geodetic System 1984

**Reference Ellipsoid:** WGS84  
a = 6378137,000m  
1/f = 298,257223563

**Transformation Parameters:**

X Translation	=	0,000m
Y Translation	=	0,000m
Z Translation	=	0,000m
X Rotation	=	0,000000"
Y Rotation	=	0,000000"
Z Rotation	=	0,000000"
Scale Diff. (ppm)	=	0,000000

Note: Parameters define transformation from LOCAL SYSTEM to WGS84

Grid System

**Name:** Universal Transverse Mercator (S)

**Projection Type:** UTM

**Zone Name:** ZONA 22

**Zone Parameters:**

	Longitude of Central Meridian =
051°00'00,00000"W	Scale factor at Central Meridian = 0,999600 m
	Longitude of the grid origin =
051°00'00,00000"W	Latitude of grid origin =
00°00'00,00000"N	False easting (m) = 500000,000 m
	False northing (m) = 10000000,000 m

**Observation Information**  
Rastreamento dia 07/08/2006

**Time System:** Local Time (UTC-3,0)  
**Linear Units of Measure:** Meters  
219b.spr

**Date:** 30/09/2006  
**Project file:**

<u>File Name</u>	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>
1 POAL BPOALA06.219		0,000	0,000	0,007	21:00:30	20:59:45
2 ???? B1000A06.219		0,000	0,000	1,105	09:47:10	09:57:00
3 ???? B1000A06.219		0,000	0,000	1,105	09:57:00	11:41:20
4 P86N B1000B06.219		0,000	0,000	1,105	14:33:45	19:06:35
5 ???? B2000A06.219		0,000	0,000	2,010	10:02:20	10:23:20
6 ???? B2000B06.219		0,000	0,000	2,030	10:35:15	10:57:00
7 ???? B2000C06.219		0,000	0,000	2,010	11:10:20	11:32:10
8 VR25 B2000D06.219		0,000	0,000	1,990	14:51:10	15:12:20
9 VR26 B2000E06.219		0,000	0,000	1,533	15:27:10	15:48:15
10 VR27 B2000F06.219		0,000	0,000	1,555	15:57:10	16:18:05
11 VR28 B2000G06.219		0,000	0,000	1,542	16:25:35	16:48:10
12 VR29 B2000H06.219		0,000	0,000	1,585	16:56:15	17:17:10
13 VR30 B2000I06.219		0,000	0,000	2,025	17:29:30	17:50:45

**Control Site Positions**  
Rastreamento dia 07/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file:  
 219b.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

---

Site	Control Site		95%	Control
<u>ID</u>	<u>Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>Error</u>	<u>Type</u>
1 POAL		East.	488458,232	0,001 Hor/Ver
Fixed		Nrth.	6673003,764	0,002
Fixed		Elev.	76,793	0,002
Fixed				
2 P86N	P86N	East.	434741,875	0,028 Hor/Ver
Fixed		Nrth.	6670229,616	0,030
Fixed		Elev.	53,902	0,054
Fixed				

Site	Control Site	Convergence	Scale	Elevation
<u>ID</u>	<u>Descriptor</u>		<u>Factor</u>	<u>Factor</u>
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P86N	P86N	0 20,379	0,99965254	0,99999153



**Adjustment Summary**  
Rastreamento dia 07/08/2006

**Project file:** 219b.spr  
30/09/2006

**Date:**

---

<b>Adjustment Type:</b>	Fully Constrained
<b>Variance of Unit Weight:</b>	4,4
<b>Adjustment scale factor:</b>	1,00
<b>Vectors Failing Tau Test:</b>	0
<b>Site Pairs Failing Relative Accuracy QA Test:</b>	7
<b>Vector Total:</b>	13
<b>Site Total:</b>	8
<b>Horizontally Constrained Sites:</b>	2
<b>Vertically Constrained Sites:</b>	2
<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

**Adjusted Vectors**  
Rastreamento dia 07/08/2006

**Vector Stage:** Adjusted **Date:** 30/09/2006  
**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S) **Project file:**  
 219b.spr  
**Height System:** Ellips. Ht.  
**Linear Units of Measure:** Meters

---

Tau Test	Vector Identifier		Vector Length	Radial Resid.		Vector Components	Resid.
	1	POAL-P86N	8/07 17:33	53808,765	0,074	X	-42824,851
					Y	-32503,117	0,014
					Z	-2227,718	-0,064
2	POAL-VR25	8/07 17:51	52786,606	0,136	X	-42029,228	-0,028
					Y	-31861,258	-0,107
					Z	-2197,718	-0,080
3	POAL-VR26	8/07 18:27	52140,501	0,873	X	-41130,477	0,503
					Y	-32030,160	0,697
					Z	-992,238	-0,152
4	POAL-VR27	8/07 18:57	52070,628	0,310	X	-41255,098	0,310
					Y	-31733,232	0,010
					Z	-1539,214	-0,005
5	POAL-VR28	8/07 19:25	51557,793	0,424	X	-40713,775	-0,396
					Y	-31612,136	-0,147
					Z	-1125,782	0,034
6	POAL-VR29	8/07 19:56	51223,850	0,127	X	-40677,182	0,070
					Y	-31078,551	0,099
					Z	-1836,655	-0,041
7	POAL-VR30	8/07 20:29	51823,080	0,069	X	-41362,957	-0,045
					Y	-31120,934	0,008
					Z	-2494,958	-0,051
8	P86N-VR25	8/07 17:51	1022,692	0,000	X	795,623	-0,000
					Y	641,859	0,000
					Z	30,000	0,000
9	P86N-VR26	8/07 18:27	2149,652	0,001	X	1694,374	-0,000
					Y	472,956	-0,001
					Z	1235,481	-0,001
10	P86N-VR27	8/07 18:57	1879,065	0,001	X	1569,753	-0,001
					Y	769,885	-0,000
					Z	688,504	-0,000
11	P86N-VR28	8/07 19:25	2542,588	0,034	X	2111,077	0,018
					Y	890,981	0,027
					Z	1101,936	0,010
12	P86N-VR29	8/07 19:56	2606,684	0,000	X	2147,669	-0,000
					Y	1424,566	-0,000

					Z	391,064	0,000
13	<b>P86N-VR30</b>	<b>8/07 20:29</b>	2029,527	0,000	X	1461,894	0,000
					Y	1382,182	0,000
					Z	-267,240	0,000

**Site Positions**

Rastreamento dia 07/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file:  
 219b.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

Site Position	Site ID	Site Descriptor	Position	95% Error	Fix Status	
1 POAL Adjusted			East.	488458,232	0,000	Fixed
			Nrth.	6673003,764	0,000	Fixed
			Elev.	76,793	0,000	Fixed
2 P86N Adjusted	P86N		East.	434741,875	0,000	Fixed
			Nrth.	6670229,616	0,000	Fixed
			Elev.	53,902	0,000	Fixed
3 VR25 Adjusted	VR25		East.	435763,574	0,009	
			Nrth.	6670256,506	0,010	
			Elev.	30,115	0,023	
4 VR26 Adjusted	VR26		East.	436355,486	0,021	
			Nrth.	6671648,420	0,021	
			Elev.	22,692	0,041	
5 VR27 Adjusted	VR27		East.	436445,531	0,017	
			Nrth.	6671020,365	0,015	
			Elev.	28,500	0,034	
6 VR28 Adjusted	VR28		East.	436942,285	0,089	
			Nrth.	6671501,525	0,080	
			Elev.	29,624	0,119	
7 VR29 Adjusted	VR29		East.	437306,544	0,027	
			Nrth.	6670690,386	0,025	
			Elev.	43,588	0,048	
8 VR30 Adjusted	VR30		East.	436747,005	0,018	
			Nrth.	6669921,211	0,017	
			Elev.	34,359	0,036	

Site ID	Site Descriptor	Convergence	Scale Factor	Elevation Factor
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794

2	<b>P86N</b>	<b>P86N</b>	0 20,379	0,99965254	0,99999153
3	<b>VR25</b>	<b>VR25</b>	0 20,059	0,99965091	0,99999527
4	<b>VR26</b>	<b>VR26</b>	0 19,865	0,99964997	0,99999644
5	<b>VR27</b>	<b>VR27</b>	0 19,841	0,99964983	0,99999552
6	<b>VR28</b>	<b>VR28</b>	0 19,682	0,99964906	0,99999535
7	<b>VR29</b>	<b>VR29</b>	0 19,575	0,99964849	0,99999315
8	<b>VR30</b>	<b>VR30</b>	0 19,755	0,99964936	0,99999460

**Project Summary**  
Rastreamento dia 08/08/2006

**Project file:** 220.spr

**Date:** 30/09/2006

---

**Client Name:** Raquel Radde da Silva

**Project Name:** Rastreamento GPS

**Project Comments:** Dissertação de Mestrado

**Desired Horizontal Accuracy:** 0,005m + 1ppm

**Desired Vertical Accuracy:** 0,010m + 2ppm

**Confidence Level:** 95% Err.

**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (S)

**Height System:** Ellips. Ht.

**Linear Units:** Meters

**Number of Sites:** 5

**Number of Vectors:** 7

**Survey Company Name:**

**Coordinate System Definition Summary**  
Rastreamento dia 08/08/2006

**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006

**Project file:**

220.spr

---

Geodetic Datum

**Name:** World Geodetic System 1984

**Reference Ellipsoid:** WGS84  
a = 6378137,000m  
1/f = 298,257223563

**Transformation Parameters:**

X Translation	=	0,000m
Y Translation	=	0,000m
Z Translation	=	0,000m
X Rotation	=	0,000000"
Y Rotation	=	0,000000"
Z Rotation	=	0,000000"
Scale Diff. (ppm)	=	0,000000

Note: Parameters define transformation from LOCAL SYSTEM to WGS84

Grid System

**Name:** Universal Transverse Mercator (S)

**Projection Type:** UTM

**Zone Name:** ZONA 22

**Zone Parameters:**

051°00'00,00000"W	Longitude of Central Meridian =
	Scale factor at Central Meridian = 0,999600 m
051°00'00,00000"W	Longitude of the grid origin =
00°00'00,00000"N	Latitude of grid origin =
	False easting (m) = 500000,000 m
	False northing (m) = 10000000,000 m

**Observation Information**  
Rastreamento dia 08/08/2006

**Time System:** Local Time (UTC-3,0)  
**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006  
**Project file:** 220.spr

<u>File Name</u>	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>
1 POAL BPOALA06.220		0,000	0,000	0,007	21:00:30	20:59:45
2 P08? B1000A06.220		0,000	0,000	1,058	10:06:50	12:30:05
3 VR31 B2000A06.220		0,000	0,000	1,550	10:30:35	10:53:45
4 VR32 B2000B06.220		0,000	0,000	2,515	11:20:00	11:42:45
5 VR33 B2000C06.220		0,000	0,000	1,530	11:55:15	12:16:05
6 ???? B2000D06.220		0,000	0,000	1,530	14:19:05	14:40:00
7 ???? B2000E06.220		0,000	0,000	1,560	14:49:55	15:10:50
8 ???? B2000F06.220		0,000	0,000	1,560	15:21:10	15:42:10
9 ???? B2000G06.220		0,000	0,000	1,500	16:22:55	16:52:05



**Control Site Positions**  
Rastreamento dia 08/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: 220.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

Site	Control Site	95%	Control
<u>ID</u>	<u>Descriptor</u>	<u>Error</u>	<u>Type</u>
1 POAL	East.	488458,232	0,001 Hor/Ver
Fixed	Nrth.	6673003,764	0,002
Fixed	Elev.	76,793	0,002
Fixed			
2 P08?	East.	434741,875	0,028 Hor/Ver
Fixed	Nrth.	6670229,616	0,030
Fixed	Elev.	53,902	0,054
Fixed			

Site	Control Site	Convergence	Scale	Elevation
<u>ID</u>	<u>Descriptor</u>		<u>Factor</u>	<u>Factor</u>
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P08?		0 20,379	0,99965254	0,99999153

**Adjustment Summary**  
Rastreamento dia 08/08/2006

**Project file:** 220.spr

**Date:** 30/09/2006

---

<b>Adjustment Type:</b>	Fully Constrained
<b>Variance of Unit Weight:</b>	0,9
<b>Adjustment scale factor:</b>	1,00
<b>Vectors Failing Tau Test:</b>	0
<b>Site Pairs Failing Relative Accuracy QA Test:</b>	1
<b>Vector Total:</b>	7
<b>Site Total:</b>	5
<b>Horizontally Constrained Sites:</b>	2
<b>Vertically Constrained Sites:</b>	2
<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

**Adjusted Vectors**  
Rastreamento dia 08/08/2006

Vector Stage: Adjusted Date: 30/09/2006  
 Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S) roject file: 220.spr  
 Height System: Ellips. Ht.  
 Linear Units of Measure: Meters

Tau Test	Vector Identifier		Vector	Radial	Vector		
			Length	Resid.	Components	Resid.	
1	POAL-P08?	8/08 13:06	53808,711	0,060	X	-42824,440	0,019
					Y	-32503,548	-0,042
					Z	-2228,013	-0,039
2	POAL-VR31	8/08 13:30	51440,092	0,044	X	-41241,333	0,016
					Y	-30588,761	-0,032
					Z	-3092,448	-0,025
3	POAL-VR32	8/08 14:20	52280,051	0,232	X	-42096,557	-0,173
					Y	-30772,082	0,119
					Z	-3763,320	-0,099
4	POAL-VR33	8/08 14:55	51859,168	0,108	X	-41702,474	0,057
					Y	-30612,148	0,041
					Z	-3629,499	0,082
5	P08?-VR31	8/08 13:30	2630,567	0,000	X	1583,107	-0,000
					Y	1914,787	0,000
					Z	-864,435	0,000
6	P08?-VR32	8/08 14:20	2425,893	0,000	X	727,883	0,000
					Y	1731,465	-0,000
					Z	-1535,307	-0,000
7	P08?-VR33	8/08 14:55	2607,750	0,001	X	1121,966	-0,000
					Y	1891,399	-0,000
					Z	-1401,486	-0,000

**Site Positions**

Rastreamento dia 08/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: 220.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

<u>Site Position ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Fix Status</u>
1 POAL Adjusted		East. 488458,232	0,000	Fixed
		Nrth. 6673003,764	0,000	Fixed
		Elev. 76,793	0,000	Fixed
2 P08? Adjusted		East. 434741,875	0,000	Fixed
		Nrth. 6670229,616	0,000	Fixed
		Elev. 53,902	0,000	Fixed
3 VR31 Adjusted	VR31	East. 437176,287	0,005	
		Nrth. 6669235,468	0,005	
		Elev. 37,605	0,009	
4 VR32 Adjusted	VR32	East. 436396,545	0,005	
		Nrth. 6668456,869	0,005	
		Elev. 39,554	0,008	
5 VR33 Adjusted	VR33	East. 436803,683	0,007	
		Nrth. 6668634,634	0,006	
		Elev. 75,387	0,010	

<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Scale Factor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1	POAL	0 03,601	0,99960164	0,99998794
2	P08?	0 20,379	0,99965254	0,99999153
3	VR31	0 19,626	0,99964869	0,99999409
4	VR32	0 19,875	0,99964991	0,99999379
5	VR33	0 19,746	0,99964927	0,99998816

**Project Summary**  
Rastreamento dia 08/08/2006

**Project file:** 220b.spr

**Date:** 30/09/2006

---

**Client Name:** Raquel Radde da Silva

**Project Name:** Rastreamento GPS

**Project Comments:** Dissertação de Mestrado

<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Linear Units:</b>	Meters

<b>Number of Sites:</b>	6
<b>Number of Vectors:</b>	9
<b>Survey Company Name:</b>	

**Coordinate System Definition Summary**

Rastreamento dia 08/08/2006

**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006

**Project file:**

220b.spr

---

Geodetic Datum

**Name:** World Geodetic System 1984

**Reference Ellipsoid:** WGS84  
a = 6378137,000m  
1/f = 298,257223563

**Transformation Parameters:**

X Translation	=	0,000m
Y Translation	=	0,000m
Z Translation	=	0,000m
X Rotation	=	0,000000"
Y Rotation	=	0,000000"
Z Rotation	=	0,000000"
Scale Diff. (ppm)	=	0,000000

Note: Parameters define transformation from LOCAL SYSTEM to WGS84

Grid System

**Name:** Universal Transverse Mercator (S)

**Projection Type:** UTM

**Zone Name:** ZONA 22

**Zone Parameters:**

051°00'00,00000"W	Longitude of Central Meridian =
	Scale factor at Central Meridian = 0,999600 m
051°00'00,00000"W	Longitude of the grid origin =
00°00'00,00000"N	Latitude of grid origin =
	False easting (m) = 500000,000 m
	False northing (m) = 10000000,000 m

**Observation Information**  
Rastreamento dia 08/08/2006

**Time System:** Local Time (UTC-3,0)  
**Linear Units of Measure:** Meters

**Date:** 30/09/2006  
**Project file:** 220b.spr

<u>File Name</u>	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>
1 POAL BPOALA06.220		0,000	0,000	0,007	21:00:30	20:59:45
2 P87T B1000B06.220		0,000	0,000	1,058	13:47:10	16:54:30
3 VR34 B2000D06.220		0,000	0,000	1,530	14:19:05	14:40:00
4 VR35 B2000E06.220		0,000	0,000	1,560	14:49:55	15:10:50
5 VR36 B2000F06.220		0,000	0,000	1,560	15:21:10	15:42:10
6 VR37 B2000G06.220		0,000	0,000	1,500	16:22:55	16:52:05
7 ???? B2000C06.220		0,000	0,000	1,530	11:55:15	12:16:05

**Control Site Positions**  
Rastreamento dia 08/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)    **Date:** 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.    **Project file:** 220b.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

<u>Fix</u>	<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Control Type</u>
1	POAL		East. 488458,232	0,001	Hor/Ver
Fixed			Nrth. 6673003,764	0,002	
Fixed			Elev. 76,793	0,002	
2	P87T	P87T	East. 434741,875	0,028	Hor/Ver
Fixed			Nrth. 6670229,616	0,030	
Fixed			Elev. 53,902	0,054	

<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Scale Factor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P87T	P87T	0 20,379	0,99965254	0,99999153



**Adjustment Summary**  
Rastreamento dia 08/08/2006

**Project file:** 220b.spr

**Date:** 30/09/2006

---

<b>Adjustment Type:</b>	Fully Constrained
<b>Variance of Unit Weight:</b>	0,9
<b>Adjustment scale factor:</b>	1,00
<b>Vectors Failing Tau Test:</b>	0
<b>Site Pairs Failing Relative Accuracy QA Test:</b>	4
<b>Vector Total:</b>	9
<b>Site Total:</b>	6
<b>Horizontally Constrained Sites:</b>	2
<b>Vertically Constrained Sites:</b>	2
<b>Horizontal Coordinate System:</b>	Univ. Transverse Merc. (S)
<b>Height System:</b>	Ellips. Ht.
<b>Desired Horizontal Accuracy:</b>	0,005m + 1ppm
<b>Desired Vertical Accuracy:</b>	0,010m + 2ppm
<b>Confidence Level:</b>	95% Err.

**Adjusted Vectors**  
Rastreamento dia 08/08/2006

Vector Stage: Adjusted Date: 30/09/2006  
Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S) Project file: 220b.spr  
Height System: Ellips. Ht.  
Linear Units of Measure: Meters

Tau Test	Vector Identifier		Vector	Radial	Vector		
			Length	Resid.	Components	Resid.	
1	POAL-P87T	8/08 16:47	53808,684	0,023	X	-42824,469	0,000
					Y	-32503,469	0,023
					Z	-2227,953	0,005
2	POAL-VR34	8/08 17:19	51605,460	0,076	X	-41677,599	-0,033
					Y	-30131,965	0,063
					Z	-4262,148	0,025
3	POAL-VR35	8/08 17:49	52281,069	0,260	X	-42334,847	-0,049
					Y	-30318,311	-0,255
					Z	-4676,633	-0,010
4	POAL-VR36	8/08 18:21	51755,550	0,057	X	-42096,012	-0,022
					Y	-29634,898	0,042
					Z	-5323,119	0,032
5	POAL-VR37	8/08 19:22	54182,717	0,050	X	-44034,283	0,037
					Y	-31089,353	-0,009
					Z	-5495,532	-0,032
6	P87T-VR34	8/08 17:19	3328,256	0,001	X	1146,870	0,000
					Y	2371,504	-0,001
					Z	-2034,195	-0,001
7	P87T-VR35	8/08 17:49	3318,234	0,001	X	489,622	-0,000
					Y	2185,158	0,001
					Z	-2448,680	0,000
8	P87T-VR36	8/08 18:21	4282,453	0,001	X	728,458	0,000
					Y	2868,571	-0,000
					Z	-3095,166	-0,000
9	P87T-VR37	8/08 19:22	3760,378	0,001	X	-1209,814	-0,001
					Y	1414,116	0,001
					Z	-3267,579	0,001

**Site Positions**

Rastreamento dia 08/08/2006

Horizontal Coordinate System: Univ. Transverse Merc. (S)      Date: 30/09/2006  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: 220b.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0,005m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0,010m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

<u>Site Position ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Fix Status</u>
1 POAL Adjusted		East. 488458,232	0,000	Fixed
		Nrth. 6673003,764	0,000	Fixed
		Elev. 76,793	0,000	Fixed
2 P87T Adjusted	P87T	East. 434741,875	0,000	Fixed
		Nrth. 6670229,616	0,000	Fixed
		Elev. 53,902	0,000	Fixed
3 VR34 Adjusted	VR34	East. 437125,129	0,006	
		Nrth. 6667908,251	0,005	
		Elev. 80,495	0,014	
4 VR35 Adjusted	VR35	East. 436497,095	0,007	
		Nrth. 6667415,021	0,006	
		Elev. 62,215	0,011	
5 VR36 Adjusted	VR36	East. 437112,492	0,008	
		Nrth. 6666665,000	0,007	
		Elev. 51,253	0,013	
6 VR37 Adjusted	VR37	East. 434691,939	0,007	
		Nrth. 6666471,040	0,007	
		Elev. 84,724	0,016	

<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Convergence</u>	<u>Scale Factor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 POAL		0 03,601	0,99960164	0,99998794
2 P87T	P87T	0 20,379	0,99965254	0,99999153
3 VR34	VR34	0 19,651	0,99964877	0,99998736
4 VR35	VR35	0 19,851	0,99964975	0,99999023
5 VR36	VR36	0 19,664	0,99964879	0,99999195
6 VR37	VR37	0 20,422	0,99965262	0,99998669