

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA

**ATUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA E GERAÇÃO DE CARTA IMAGEM
UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE DE ALTA RESOLUÇÃO –
ALOS/DAICHI:
REGIÃO DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DO SUL - RS**

OLIVEIRA LIMA

PORTO ALEGRE, 2011.

OLIVEIRA LIMA

**ATUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA E GERAÇÃO DE CARTA IMAGEM
UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE DE ALTA RESOLUÇÃO –
ALOS/DAICHI: REGIÃO DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DO SUL - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
para a obtenção do grau de
Engenheiro Cartógrafo pela
Universidade Federal do Rio
Grande do Sul.

Orientador: Ronaldo do Santos
Rocha.

Porto Alegre, 2011

Orientador: Ronaldo do Santos Rocha.

Banca examinadora:

Professora Dra. Andréa Lopes Iescheck

Professora Dra. Flávia Farina

Porto Alegre, 21 de julho de 2011.

EPÍGRAFE

"...aquele que conhece o inimigo e a si mesmo, lutará cem batalhas sem perigo de derrota; para aquele que não conhece o inimigo, mas conhece a si mesmo, as chances para a vitória ou para a derrota serão iguais; aquele que não conhece nem o inimigo e nem a si próprio, será derrotado em todas as batalhas."

"A arte da guerra", Sun Tzu, século IV a.c.

DEDICATÓRIA

OLIVEIRA

A minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao:

- 3º Batalhão de Engenharia de Combate (Cachoeira do Sul-RS), pela atenção e apoio, que nos auxiliou muito no desenvolvimento trabalho.
- 1ª Divisão de Levantamentos, pelos esclarecimentos nos aspectos técnicos.
- Coordenação do projeto UFRGS/PMPA Prefeitura Municipal de Porto Alegre (Convênio com a UFRGS) no empréstimo dos equipamentos para o levantamento dos pontos de GPS.
- Professor Ronaldo, pelas valiosas sugestões.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| EPIGRAFE | 4 |
| DEDICATÓRIA | 5 |
| AGRADECIMENTOS | 6 |
| SUMÁRIO | 7 |
| <i>LISTA DE FIGURAS</i> | 9 |
| <i>LISTA DE TABELAS</i> | 11 |
| <i>LISTA DE SIGLAS</i> | 12 |
| RESUMO | 15 |
| CAPÍTULO I | 16 |
| 1 INTRODUÇÃO | 16 |
| 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS..... | 16 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 18 |
| 1.2.1 OBJETIVO GERAL..... | 18 |
| 1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO..... | 18 |
| 1.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 18 |
| 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 22 |
| CAPÍTULO II | 23 |
| 2. SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE E SISTEMAS DE REFERÊNCIA..... | 23 |
| 2.1 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GNSS)..... | 23 |
| 2.2 TÉCNICAS DE POSICIONAMENTO UTILIZANDO GPS..... | 25 |
| 2.2.1 POSICIONAMENTO RELATIVO..... | 25 |
| 2.2.2 POSICIONAMENTO RELATIVO ESTÁTICO RÁPIDO..... | 29 |
| 2.3 SISTEMAS DE REFERÊNCIA..... | 30 |
| 2.3.1 SIRGAS2000..... | 30 |
| 2.3.2 WGS-84..... | 33 |
| CAPÍTULO III | 35 |
| 3 CARTOGRAFIA..... | 35 |
| 3.1 CONCEITUAÇÃO..... | 35 |
| 3.2 SISTEMAS DE PROJEÇÕES..... | 37 |
| 3.2.1 CLASSIFICAÇÕES DAS PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS..... | 38 |
| 3.2.2 PROJEÇÕES MAIS USADAS..... | 39 |
| 3.2.3 SIETEMA DE PROJEÇÕES UTM..... | 41 |
| 3.3 SATÉLITE ALOS/DAICHI..... | 42 |
| 3.3.1 ASPECTOS GERAIS..... | 42 |
| 3.3.2 PRINCIPAIS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO SATÉLITE ALOS..... | 45 |
| 3.3.3 APRESENTAÇÃO COMPARATIVA DOS TRÊS SENSORES IMAGEADORES DO ALOS..... | 45 |
| 3.4 APRESENTAÇÃO DETALHADA DO SENSOR PRISM ALOS..... | 46 |

| | |
|---|-----|
| 3.4.1 NÍVEIS DE PROCESSAMENTO DO SENSOR PRISM..... | 48 |
| CAPÍTULO IV | 50 |
| 4. DESENVOLVIMENTO..... | 50 |
| 4.1 MATERIAIS..... | 50 |
| 4.1.1 LEVANTAMENTO DE CAMPO..... | 50 |
| 4.1.2 ESCRITÓRIO..... | 51 |
| 4.2 MÉTODOS..... | 52 |
| 4.3 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES..... | 53 |
| 4.4 MÉTODO DE LEVANTAMENTO DOS PONTOS DE CONTROLE..... | 54 |
| 4.5 LEVANTAMENTO DE CAMPO E PROCESSAMENTO DOS DADOS..... | 55 |
| 4.6 ORTORRETIFICAÇÃO DA IMAGEM..... | 57 |
| 4.7 ATUALIZAÇÃO DA BASE..... | 60 |
| 4.8 VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE GEOMÉTRICA..... | 62 |
| 4.9 ORÇAMENTAÇÃO DO PROJETO..... | 64 |
| CAPÍTULO V | 66 |
| 5. RESULTADOS E ANÁLISE..... | 66 |
| CAPÍTULO VI | 69 |
| 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 69 |
| REFERÊNCIAS | 72 |
| 7. ANEXOS..... | 74 |
| 7.1 RELATÓRIO DOS PONTOS DE CONTROLE..... | 74 |
| 7.2 RELATÓRIO DO PROCESSAMENTO DO LEVANTAMENTO DE CAMPO UTILIZANDO O SOFTWARE TOPCON TOOLS..... | 78 |
| 7.3 DESCRIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE CAMPO (CONTROLE E AVALIAÇÃO)..... | 84 |
| 7.4 CROQUIS DOS PONTOS..... | 125 |
| 7.5 EDIÇÃO DA CARTA IMAGEM DA ÁREA DE ESTUDO DE CACHOEIRA DO SUL-RS.... | 134 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01: Mapa de localização de Cachoeira do Sul – RS
- Figura 02: Mapa de Cachoeira do Sul e limites que faz com as outras cidades
- Figura 03: Vista panorâmica da cidade de Cachoeira do Sul-RS
- Figura 04: Vista panorâmica da cidade de Cachoeira do Sul-RS
- Figura 05: Vista panorâmica da ponte, barragem e eclusa da cidade de Cachoeira do Sul-RS
- Figura 06: Estrutura do GPS
- Figura 07: Estrutura básica do sinal GPS modernizada
- Figura 08: Observável fase da onda portadora (Φ)
- Figura 09: Simples diferença entre dois receptores
- Figura 10: Dupla diferença entre dois receptores
- Figura 11: SIRGAS 95
- Figura 12: SIRGAS 2000
- Figura 13: SIRGAS-COM
- Figura 14: Sistema WGS 84
- Figura 15: Forma da Terra Geóide
- Figura 16: Elipsóide na forma da Terra
- Figura 17: Representação quanto ao tipo de superfície
- Figura 18: Projeção Policônica
- Figura 19: Projeção Cônica Normal de Lambert
- Figura 20: Cilíndrica de Mercator Secante
- Figura 21: Fuso UTM
- Figura 22: Satélite ALOS
- Figura 23: Forma de transmissão do satélite ALOS
- Figura 24: Localização dos sensores do satélite ALOS
- Figura 25: Modos de observação dos sensores do satélite ALOS
- Figura 26: Modos de observação dos sensores do satélite ALOS
- Figura 27: Fluxograma das etapas do trabalho
- Figura 28: Coleta de pontos de controle e Base materializada
- Figura 29: Visualização do processamento Topcon Tools
- Figura 30: Visualização dos pontos no Google Earth

Figura 31: Geração dos RPCs – parâmetros orientação exterior

Figura 32: Parâmetros da ortorretificação

Figura 33: Imagem ortorretificada

Figura 34: Vetorização da vegetação

Figura 35: Vetorização da malha viária

Figura 36: Vetorização da hidrografia

Figura 37: Localização dos pontos do terreno e seus homólogos na imagem

Figura 38: Exemplo com zoom da localização dos pontos de campo e dos pontos para o teste da qualidade da carta

Figura 39: Edição Carta Imagem da área de estudo de Cachoeira do Sul – RS (10/06/2011)

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 01: Especificações técnicas do satélite ALOS..... | 45 |
| Tabela 02: Comparativo entre os sensores do satélite ALOS..... | 45 |
| Tabela 03: Características do sensor PRISM..... | 47 |
| Tabela 04: Modos de observação dos sensores do satélite ALOS..... | 47 |
| Tabela 05: Cronograma das atividades do trabalho..... | 53 |
| Tabela 06: Critérios de classificação das cartas topográficas segundo sua exatidão Planimétrica PEC..... | 63 |
| Tabela 07: Custos aproximados para o Trabalho..... | 65 |
| Tabela 08: Coordenadas terreno e imagem médias e desvio padrão..... | 67 |
| Tabela 09: Percentuais dos pontos de avaliação dentro do intervalo de deslocamento..... | 67 |
| Tabela 10: Classificação da cena 1B2G ortorretificada, segundo quantidade de pontos de controle e MDE utilizado..... | 68 |

LISTA DE SIGLAS

ACI – Associação Cartográfica Nacional;

ALOS – Advanced Land Observing Satellite (Satélite de Observação Avançado da Terra);

AS – Anti – Spoofing (anti-falsificação);

AROF – Ambiguity resolution on the fly (Resolução da ambiguidade de voar);

ASF – Alaska Satellite Facility;

AVNIR - Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2 (Radiômetro Avançado tipo 2 no visível e infravermelho próximo);

ASTER – Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer;

B – Backward (trás);

Beidou – Bússola em chinês;

CIM – Carta Internacional do mundo ao milionésimo;

C/A – Coarse Acquisition (Aquisição grosseira);

CCDs – Ceficiente de calibração dos dados da câmara;

DD – duplas diferenças;

DoD – Departamento de Defesa americano;

DSG – Diretoria de Serviço Geográfico;

DRTS – Data relay and Test satellite of japan;

DEM – Modelo digital de Elevação (MDE);

DL – Divisão de Levantamento;

ESA – Agência Espacial Européia;

E – coordenadas Leste;

EGM96 – MODELO Gravitacional da Terra 1996;

F – Forward (frente);

GPS – Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global);

Glonass – Global Orbiting Navigation Satellite System (Sistema de Satélite de Navegação em órbita Global);

GNSS – Global Navigation Satellite System (Sistem de satellites de navegação Global);

GRS80 – Geodetic Reference System – 1980 (Sistema Geodésico de Referência);

GSFC – Goddard space flight center (Centro de vôo especial Goddard);

GEOSS – Global Earth Observation system of system (Sistema global de observação da terra do sistema);

Geotiff – arquivo de imagem georreferenciado;

GCPs – Ground control points (pontos de controle do terreno);

GDEM – Global digital elevation model (Modelo digital de elevação Global);

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística);

ITRS – International Terrestrial Reference System (Sistema Internacional de Referência Terrestre);

ITRF - International Terrestrial Reference Frame (Internacional referência terrestre frame);

JAXA – Agência Espacial Japonesa;

METI – Ministério, Economia, Comércio e Indústria Japão e dos Estados Unidos;

NIMA – National Imagery and Mapping Agency (Agência Nacional do Mapeamento de Imagens);

NASA – Administração Nacional do espaço e da Aeronáutica dos Estados Unidos;

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration (Administração Nacional Oceânica e Atmosférica);

N – Coordenadas Norte;

OTF – On the fly;

OSU – Ohio State University (Universidade do Estado de Ohio);

PCs – Pontos de Controle;

PRN – Pseudo Random Noise (Pseudo ruído aleatório);

P – Preciso;

PR – Posicionamento Relativo;

PD – Pseudo - distância;

PRISM - Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping (Mapeamento stereo com sensoriamento remote pancromático):

PALSAR - Phased Array Type L-band Synthetic Aperture Radar (radar de abertura sintética tipo L-band);

POAL – Estação Porto Alegre;

POE – Parâmetros de origem exterior;

PEC – Padrão exatidão cartográfica;

RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo;

RPCs – Rational Polynomial Coefficients (Coeficientes racionais polinomiais);

RINEX – Receiver independent exchange (Arquivo de dados que pode ser lido por qualquer software);

SCA – Sistema de Controle Ativo;

SIRGAS – Sistema de Referências Geocêntrico para as Américas;

SAD69 – Datum da América do Sul 1969;

SCN – Sistema Cartográfico Nacional;

SMAR – Estação Santa Maria;

SD – Simple difference;

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura;

UTM – Projeção Universal Transversal de Mercator;

UFRGS – Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul;

WGS84 – Sistema Geodésico de Referência 1984;

Wgr – Oeste de Greenwich;

RESUMO

Esse trabalho visa através de técnicas de atualização realizar a atualização de uma área de estudo com uma carta topográfica na escala 1:50.000 e a geração de uma Carta Imagem, baseada na utilização de dados de Sensoriamento Remoto orbital, integrados ao levantamento topográfico utilizando rastreamento GNSS. Para tanto, utilizando imagens do satélite ALOS/DAICHI (03/09/2010) do instrumento imageador PRISM, resolução espacial 2,5m, (Advanced Land Observing Satellite - pancromática) um modelo digital de elevação (GDEM) do sensor ASTER e pontos de campo foi gerado uma carta imagem atualizada na escala 1:50.000 (10/06/2011). Ao final realizou-se um controle de qualidade, sendo avaliada a sua exatidão geométrica.

Palavras-chave: Técnicas de atualização; Imagens orbitais; GNSS; Controle de qualidade.

CAPITULO I

INTRODUÇÃO

CARTOGRAFIA, etimologicamente - descrição de cartas, foi introduzida em 1839, pelo segundo Visconde de Santarém - Manoel Francisco de Barros e Souza de Mesquita de Macedo Leitão, (1791 - 1856). Apesar de seu significado etimológico, a sua concepção inicial continha a idéia do traçado de mapas. No primeiro estágio da evolução o vocábulo passou a significar a arte do traçado de mapas, para em seguida, conter a ciência, a técnica e a arte de representar a superfície terrestre. O conceito da Cartografia, hoje aceita sem maiores contestações, foi estabelecido em 1966 pela Associação Cartográfica Internacional (ACI), e posteriormente, ratificado pela UNESCO, no mesmo ano: "A Cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização (IBGE)". O estado atual da cartografia mundial mostra a carência de cartas que forneçam informações atualizadas para extensas regiões do planeta, em escalas maiores que 1:100.000. Há mais de uma década, a comunidade cartográfica vem direcionando esforços na procura de novas técnicas de atualização, visando reverter essa situação. Para esse fim, nos últimos anos foram realizados alguns estudos no Brasil, que testam o desempenho de imagens orbitais na atualização de cartas topográficas.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Produtos cartográficos em diferentes escalas são ferramentas fundamentais para conhecer o meio ambiente em escala local, regional e global, e ajudar na tomada de decisões necessárias para o planejamento ambiental e o gerenciamento de recursos, bem como na solução de problemas em áreas tão variadas como saúde, desmatamento, qualidade do ar e da água, demografia, etc. Entretanto, a situação atual da cartografia mundial indica que, para muitas regiões do planeta, não existem documentos cartográficos que forneçam infor-

mação com qualidade adequada, sendo este um problema comum tanto para nações desenvolvidas quanto para países em desenvolvimento (Estes; Mooneyhan, 1994). No Brasil, os índices atuais de mapeamento nas diferentes escalas evidenciam que a carência de cartas topográficas é mais grave para as escalas maiores (Sierra F. e Huarajo C., 2001).

Com o intuito de reverter gradativamente essa situação, a comunidade cartográfica vem direcionando esforços na procura de metodologias alternativas de atualização cartográfica, mais rápida e econômica que as clássicas metodologias fotogramétricas. Por esse motivo, está sendo dada maior atenção às imagens de Sensoriamento Remoto orbital que, por serem mais econômicas do que as fotografias aéreas, terem maior resolução temporal e espectral e fornecerem uma visão sinóptica da área de estudo, apresentam-se como uma fonte de informação temática de interessantes características potenciais para fins cartográficos.

No momento que são identificadas e justificadas as necessidades de atualização, o procedimento para o uso de imagens compreende basicamente duas etapas: correção geométrica ou georreferenciamento e extração de feições.

A correção geométrica ou georreferenciamento deve modelar os erros inerentes ao processo de aquisição das imagens e vinculá-las ao sistema de projeção cartográfica de interesse. Uma vez vinculadas ao sistema de referência da carta a ser atualizada, as imagens devem ser interpretadas para que sejam extraídas as feições a serem representadas na carta. Esta etapa deve identificar as feições novas, que devem ser acrescentadas à carta, e as feições que, por já não existirem mais, devem ser removidas da carta.

A escolha da área de estudo foi motivada pelos seguintes fatores: as características principais da região estudada; possibilidade de dispor de pontos de controle (PCs) exatos para avaliar a exatidão geométrica do trabalho; facilidade relativa de acesso para ir a campo para colher amostras destinado a avaliar a exatidão da classificação temática.

O presente trabalho acadêmico visa gerar uma carta topográfica atualizada por meio de imagens de satélite ALOS/PRISM com data de 03 de setembro de 2010, adquirida através do site do IBGE, e também se utilizando do levantamento de campo com o método GNSS. A região a ser atualizada fica no

município de Cachoeira do Sul a 199 km (cento noventa e nove) de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul. A motivação, o aprendizado e a familiarização com os métodos cartográficos de mapeamento nos dias atuais, que cada vez mais utilizam imagens de satélite para atualização, apoio de campo com receptores GPS e softwares computacionais para geração e edição do produto final, vão de encontro com que foi aprendido no meio acadêmico.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste Projeto Cartográfico é a escolha da área de estudo que foi motivada pelas características principais da região estudada (variedade de tipos de uso do solo rural e presença de área urbana); pela possibilidade de dispor de pontos de controle (PCs) precisos para avaliar a exatidão geométrica do trabalho e por ter uma facilidade relativa de acesso para ir a campo que juntamente com a imagem realizar uma interpretação do terreno com a imagem e consolidar a atualização da área de estudo. Os conhecimentos adquiridos no Curso de Engenharia Cartográfica durante a graduação, interligando conhecimentos multidisciplinares, fazem com que o trabalho realizado seja feito da melhor maneira possível.

1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

É a atualização da área de estudo da carta topográfica “Cachoeira do Sul” na escala 1:50.000 baseada na utilização de dados de Sensoriamento Remoto orbital, imagens do satélite ALOS/DAICHI, banda pancromática resolução espacial 2,5m e com isso produzir uma Carta Imagem.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área abrangida está no município de Cachoeira do Sul e foi escolhido a folha articulada SH.22-Y-A-III-1 MI-2984-1 da carta topográfica “Cachoeira do Sul”(RS) na escala 1:50.000. Esta área tem as seguintes coordenadas limites, na projeção cartográfica UTM: E1= 307.948,27m, N1= 6.678.990,43m; E2= 325.948,26m, N2= 6.665.990,44m (todas coordenadas em WGS84), que

possui as seguintes características (IBGE):

- População: 86.557 hab.
- Área Territorial: 3.735 Km².
- Altitude média: 68 m acima do nível do mar.
- Distância da capital: 199 Km
- Localizado na região central do Estado do Rio Grande do Sul.
- Latitude: -30°01'48" / Longitude: -52°53'24"
- Limítrofe aos municípios: Rio Pardo, Candelária, Novo Cabrais, Paraíso do Sol, Restinga Seca, São Sepé, Caçapava do Sul, Santana da Boa Vista e Encruzilhada do Sul.

A região possui áreas urbanas e rurais, a atividade principal da cidade é a cultura do arroz, o movimento do terreno é pouco por ter baixas altitudes. A área de estudo tem boas condições para execução do trabalho. A figura 1 localiza a cidade de Cachoeira do Sul dentro do estado do Rio Grande do Sul com suas coordenadas geográficas, a figura 2 mostra a localização e os municípios limítrofes de Cachoeira do Sul. As figuras 3,4 e 5 mostram uma vista panorâmica da cidade e de sua principal ponte.

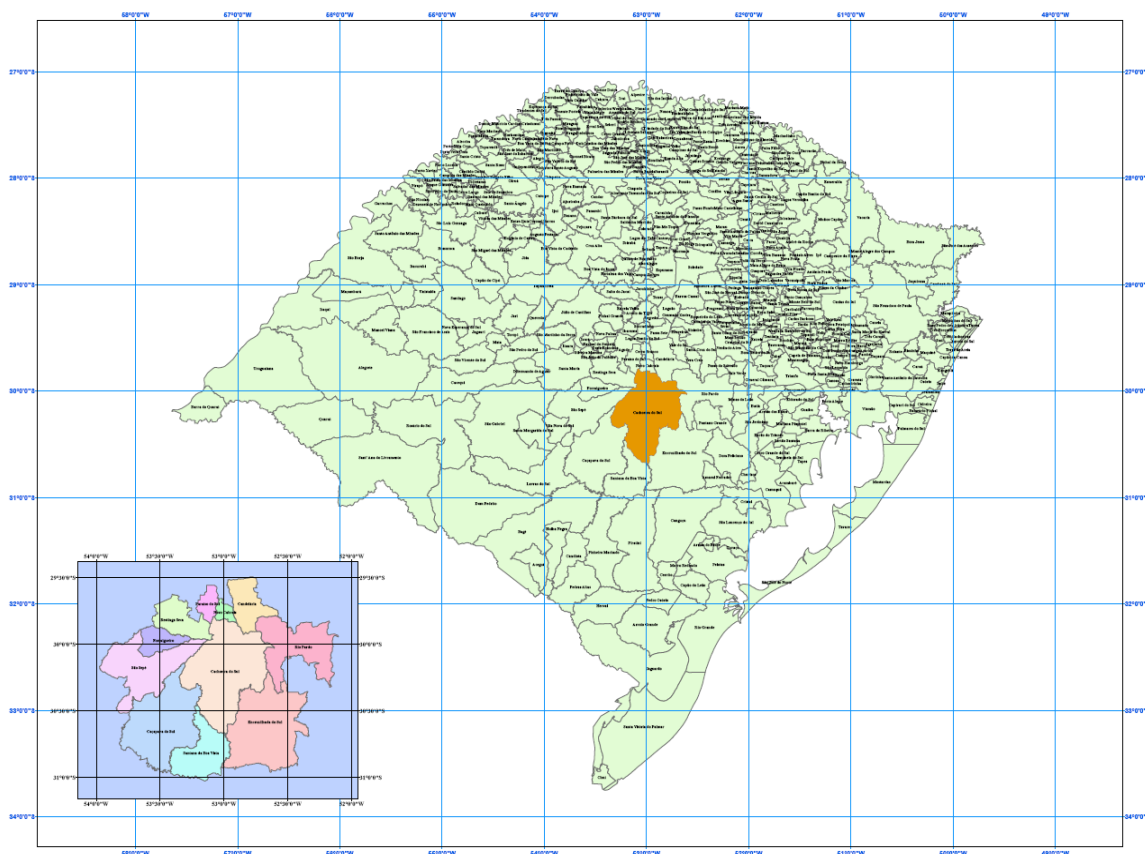


Figura 01: Mapa de localização de Cachoeira do Sul – RS (Fonte: IBGE)

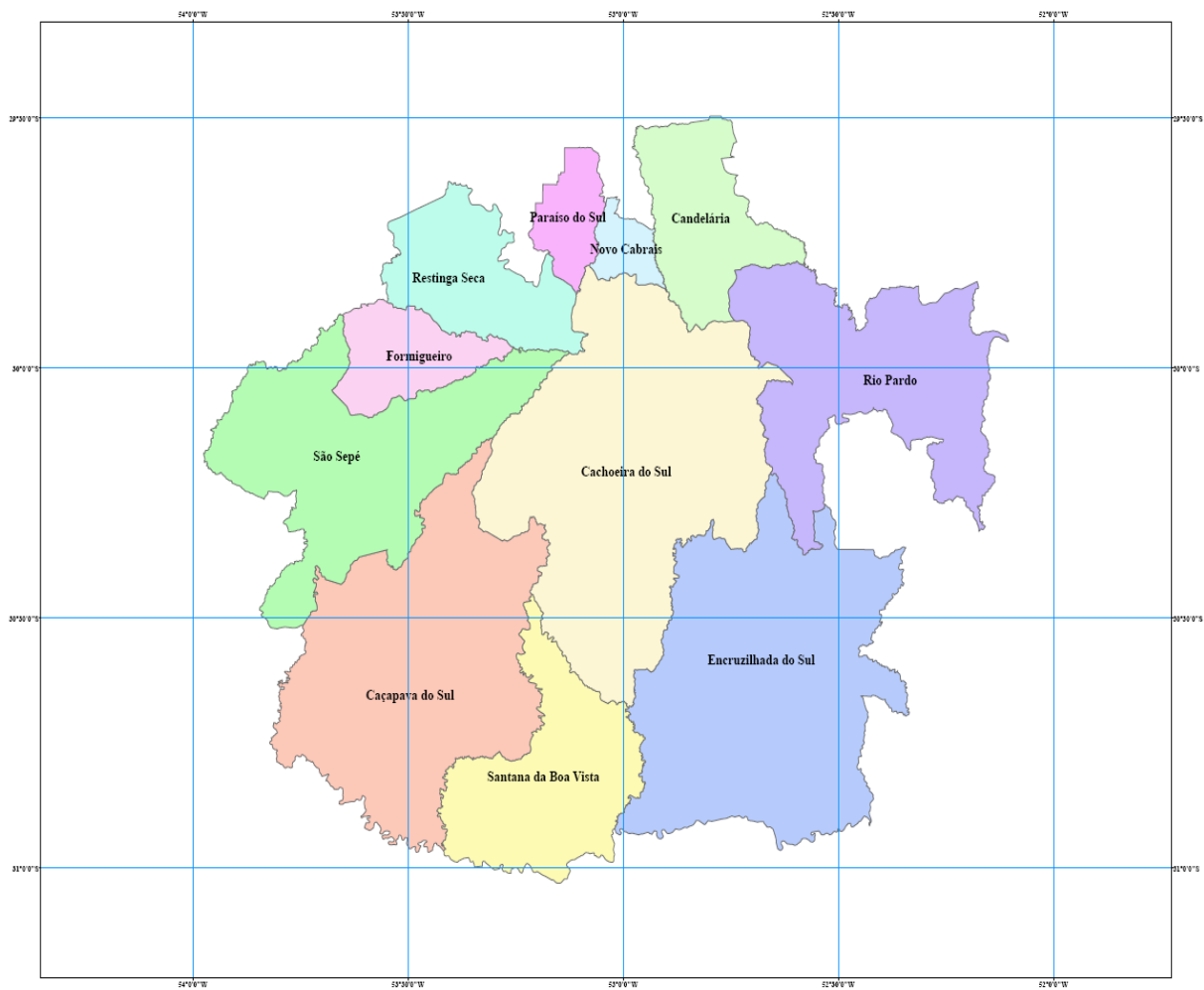


Figura 2: Mapa de Cachoeira do Sul e limites que faz com as outras cidades (Fonte: IBGE).



Figura 3: Vista panorâmica da cidade de Cachoeira do Sul-RS.(Fonte:Ademir Fortes)



Figura 4: Vista panorâmica da cidade de Cachoeira do Sul-RS.(Fonte:Ademir Fortes)



Figura 5: Vista panorâmica da ponte, barragem e eclusa da cidade de Cachoeira do Sul-RS.(Fonte:Ademir Fortes)

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por seis capítulos. O primeiro capítulo, Introdução, apresenta de uma forma geral o que é Cartografia, a motivação e as atividades envolvidas no desenvolvimento deste trabalho, os objetivos, geral e específico, bem como uma breve caracterização da área de estudo.

O Capítulo II inicia uma revisão teórica sobre os principais conceitos envolvidos, abordando o Sistema de Posicionamento Global e Sistemas de Referência.

O Capítulo III dá continuidade à revisão teórica, apresentando os principais aspectos envolvidos na atualização Cartográfica e uma descrição das principais técnicas utilizadas.

O Capítulo IV apresenta os materiais e métodos utilizados na execução do projeto proposto, o cronograma físico e financeiro, e trata do levantamento de campo e processamento dos dados, ou seja, de todo o desenvolvimento do trabalho.

O Capítulo V apresenta os resultados e análises dos dados obtidos (em campo e escritório), ou seja, é feita a avaliação do trabalho em virtude da validação dos resultados apresentados.

Por fim, o último capítulo trata das considerações finais, conclusões e recomendações adquiridas com a realização desse projeto.

CAPÍTULO II

2. SISTEMAS DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE E SISTEMAS DE REFERÊNCIAS

2.1 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GNSS)

GPS- *Global Positioning System* – Sistema de posicionamento Global é um sistema de rádio que foi concebido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América no início da década de 1960, sob o nome de projeto NAVSTAR (*Navigation Satellite with Time And Ranging*), visando ser o principal sistema de navegação das forças armadas americanas (MONICO, 2008). Assim, o GPS é um sistema espacial que proporciona a posição espacial, a velocidade e a disseminação do tempo num sistema padrão, a qualquer instante, em qualquer ponto nas proximidades da Terra e independente das condições meteorológicas a sua estrutura consiste de três segmentos principais (MONICO, 2008): controle, de usuários e espacial, conforme figura 6.

O segmento espacial é composto pela constelação de satélites. O segmento de controle é formado pelas estações terrestres dispersas pelo mundo ao longo da Zona Equatorial, responsáveis pela monitorização das órbitas dos satélites, sincronização dos relógios atômicos a bordo dos satélites que atualizam os dados de almanaque que os satélites transmitem. O segmento do usuário consiste num receptor que capta os sinais emitidos pelos satélites. Um receptor GPS decodifica as transmissões do sinal de código e fase de múltiplos satélites e calcula a sua posição com base nas distâncias a estes.

O sistema foi declarado totalmente operacional apenas em 1995. O objetivo original do GPS é a determinação do posicionamento instantâneo (coordenadas 3D) de um usuário, incluindo ainda, a sua velocidade e tempo, em relação a um referencial global e geocêntrico. No mais simples dos métodos de posicionamento (posicionamento por ponto simples), esta determinação é dada em função das distâncias, denominadas pseudodistâncias, entre os satélites e o receptor (Teunissen e Kleusberg, 1999). Com isso, pelo menos quatro equações de pseudodistâncias devem ser solucionadas, ou seja, quatro satélites devem ser rastreados pelo receptor, pois

são quatro as incógnitas básicas envolvidas no processo, sendo elas: três coordenadas cartesianas referentes à posição tridimensional do usuário em relação ao referencial global e geocêntrico (X Y Z), e a outra incógnita referente a erros sistemáticos e constantes envolvidos, principalmente o erro do relógio do receptor utilizado.

Os satélites que estão em órbita atualmente transmitem dois tipos de ondas portadoras, que são a L1 e a L2. A portadora L1 é modulada por dois códigos: o *Pseudo Random Noise*(PRN), conhecido como *Coarse/Acquisition* (C/A), e o código *Precise or Protected*(conhecido como código P). O código P é restrito somente para uso dos militares americano e dos usuários autorizados, quando o AS (*Anti-Spoofing*) está ativado. O AS refere-se a não permissão de acesso ao código P, que é criptografado, resultando em um código protegido contra fraudes, denominado código Y. O AS foi implementado em 31 de janeiro de 1994 em todos os satélites do bloco II e pode ser ativado e desativado (MONICO, 2008). A portadora L2 é modulada, pelo código P e pelo novo código civil L2, juntamente com outras mensagens de navegação. O código civil L2C está disponível aos usuários desde 13 de novembro de 2005, quando o primeiro satélite do bloco IIRM (PRN17) se tornou operacional. A estrutura básica do sinal é conforme figura 07.

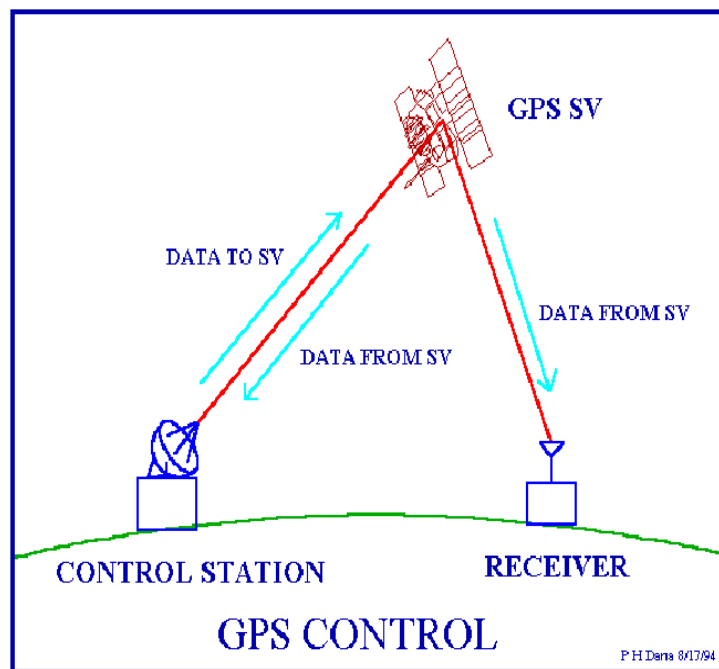


Figura 6: Estrutura do GPS (Fonte: site colorado.edu)

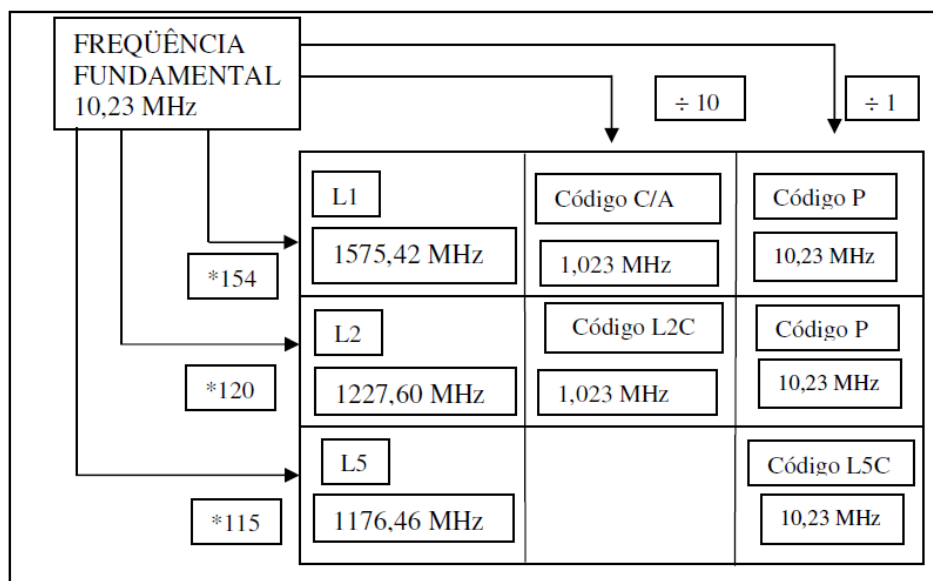


Figura 7: Estrutura básica do sinal GPS modernizado
(Fonte:Monico,2000)

2.2 TÉCNICAS DE POSICIONAMENTO UTILIZANDO GPS

As técnicas de posicionamento utilizando GPS são diversos das quais podemos citar: Posicionamento por ponto estático, posicionamento por ponto cinemático, posicionamento por ponto preciso, posicionamento relativo estático, posicionamento relativo estático rápido, posicionamento relativo semicinemático, posicionamento relativo cinemático (Monico, 2008). Entre as técnicas mencionadas será abordado neste trabalho o posicionamento relativo estático rápido.

2.2.1 POSICIONAMENTO RELATIVO

No posicionamento relativo (PR), a posição de um ponto é determinada com relação à de outro(s), cujas coordenadas são conhecidas. Estes pontos com coordenadas conhecidas são chamados de estações de referência ou estações base. As coordenadas do(s) ponto(s) conhecido(s) devem estar referenciadas ao WGS-84, ou em um sistema compatível (Monico,2008)

Para realizar o posicionamento relativo, o usuário deve utilizar dados de dois ou mais receptores que rastreiem, simultaneamente, os mesmos satélites para realizar a determinação de um ponto. Atualmente, pode-se contar com os Sistemas de Controle Ativos (SCA), que possibilitam o uso de um único recep-

tor para a realização desse posicionamento, utilizando também os dados dos receptores do SCA. Um SCA rastreia os satélites de forma contínua, através de receptores GPS, e disponibiliza os dados por intermédio de algum meio de comunicação, por exemplo, a Internet. No Brasil, um exemplo de SCA é a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), que através das coordenadas de suas estações, usadas como referência, introduzem na solução do usuário um sistema de referência do SCA. Ou seja, utilizando-se de uma (ou mais) estação da RBMC como base, o usuário pode fazer um (ou mais) posicionamento(s) relativo(s) portando um único receptor, desde que para os receptores envolvidos tenha-se, pelo menos, o rastreamento de dois satélites em comum (Monico, 2008).

O PR pode ser realizado utilizando as seguintes observáveis: pseudodistância (PD) e fase da onda portadora (Φ).

A PD é determinada pelo tempo de propagação do sinal, contado desde a sua geração no satélite até o receptor multiplicado pela velocidade da luz no vácuo e outros fatores que interferem no sinal (efeitos atmosféricos e multicaminho).

Para a medida da fase de batimento da onda portadora (Figura 8), a qual é determinada a partir da diferença entre a fase gerada pelo satélite, no instante de transmissão do sinal, e sua réplica gerada pelo receptor, no instante de recepção do sinal. Apenas uma medida fracionária é obtida, na primeira época, restando um número inteiro de ciclos no instante inicial do rastreamento, denominado de ambigüidade.

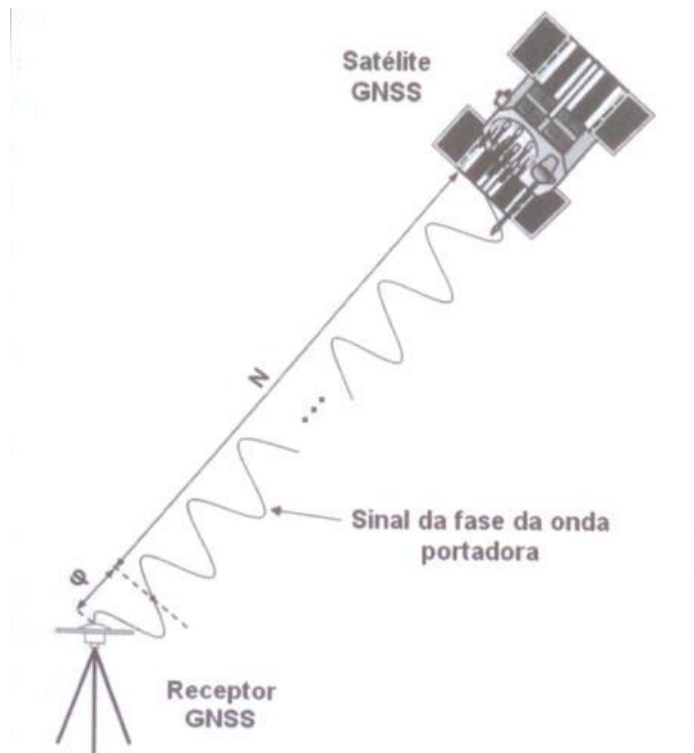


Figura 8: Observável fase da onda portadora (Φ)
(Fonte: Monico, 2008)

O método de posicionamento relativo baseia-se em realizar combinações lineares das observáveis de duas estações (que se deseja determinar e a estação base) e reduzir ao máximo os erros envolvidos. Estas observáveis secundárias que vem das originais são usualmente denominadas simples (SD) e duplas diferenças (DD).

Considerando dois receptores e um satélite, pode formar uma simples diferença (SD). A idéia fundamental é que os receptores (r_1 e r_2) estejam rastreando simultaneamente o mesmo satélite (Figura 9). Na SD vários tipos de erros são praticamente eliminados, por exemplo, o erro do relógio do satélite e os erros devido à órbita do satélite. Para linhas de base curtas, os efeitos da ionosfera e troposfera são similares, sendo, portanto, praticamente eliminados.

A dupla diferença (DD) é a combinação linear dada pela diferença entre duas SD. Envolve, dois receptores e dois satélites onde um destes satélites é considerado como base e utilizado nas demais combinações. Na Figura 10 pode-se observar a DD. A característica mais importante das DD é que nas com-

binhões entre duas SD os erros dos relógios dos receptores são eliminados na equação da PD. A DD utilizando a fase proporciona melhor relação entre o ruído resultante e a eliminação de erros sistemáticos envolvidos nas observáveis originais.

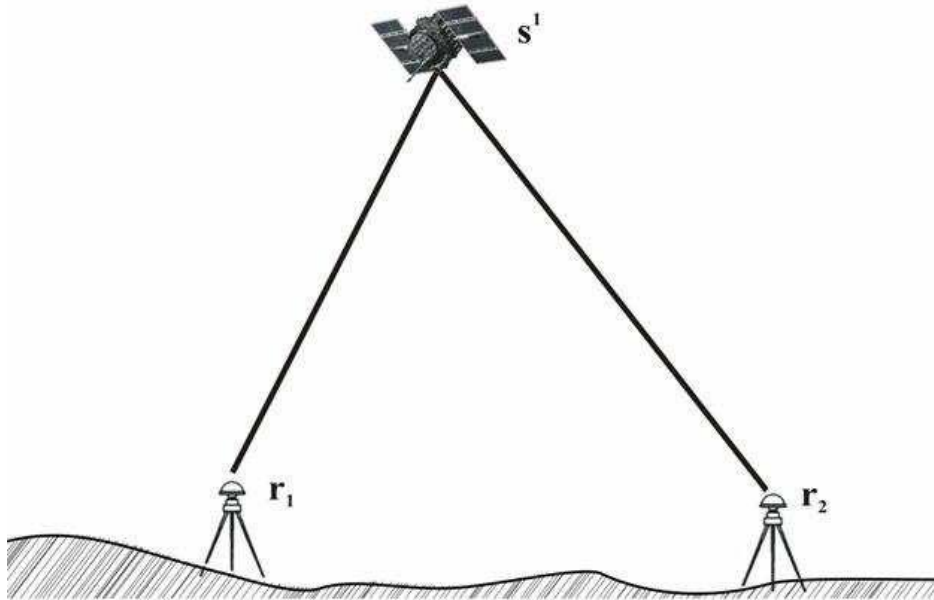


Figura 9: Simple diferença entre dois receptores.

(Fonte: FCT, UNESP, 2008)

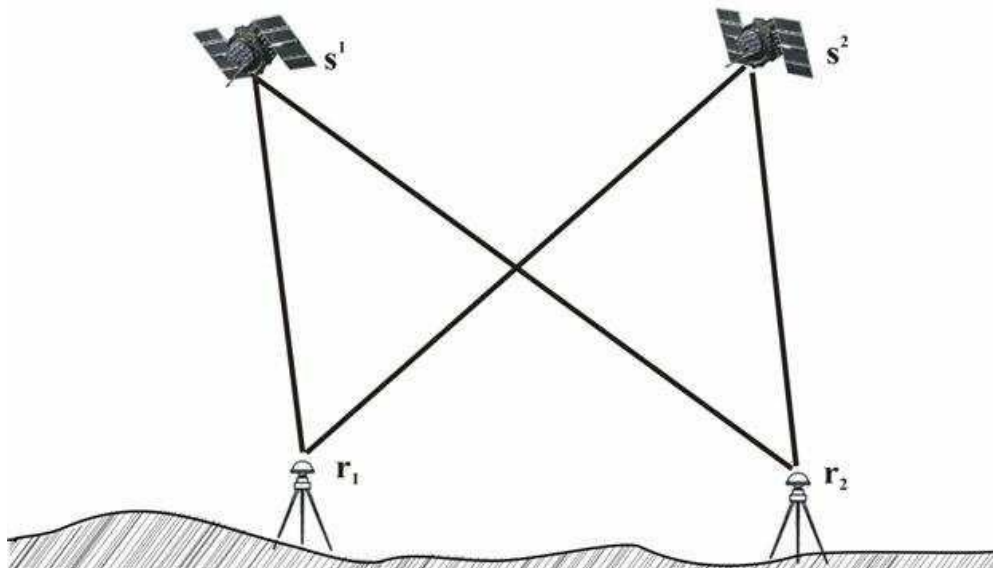


Figura 10: Dupla diferença entre dois receptores.

(Fonte: FCT, UNESP, 2008)

Resumindo, uma dupla diferença em um dado instante t pode ser definida como a diferença entre as observáveis originais (pseudodistância e fase da onda portadora) envolvidas no rastreamento de dois satélites artificiais comuns a dois receptores GPS distintos. Por exemplo, uma SD é formada com a diferenciação das fases da onda portadora observadas entre dois receptores distintos e um mesmo satélite, outra SD é formada com a diferenciação das fases da onda portadora observada entre estes dois receptores e outro satélite comum a estes. A DD é a diferenciação entre estas duas SD.

Como uma DD trata-se da diferenciação de observáveis, erros sistemáticos comuns aos dois receptores (erros do relógio dos satélites), além do erro dos relógios dos próprios receptores são cancelados, para bases curtas os erros devido a Troposfera e a Ionosfera são bastante minimizados, sendo o PR através de DD um dos métodos de posicionamento mais utilizados (Seeber, 1993).

Entre os diferentes tipos de posicionamento relativo, será apresentado, na próxima seção, um breve resumo do PR estático rápido, o qual será utilizado na coleta dos pontos de controle e avaliação.

2.2.2 POSICIONAMENTO RELATIVO ESTÁTICO RÁPIDO

O posicionamento relativo estático rápido segue o mesmo princípio do que o posicionamento estático, em linhas gerais.

O princípio é que cada estação possui três coordenadas cartesianas geocêntricas ($X Y Z$), vinculadas a um referencial (SIRGAS2000,4; WGS-84 etc.). Dois receptores (estações) distintos formam uma linha-base, composta pela diferença entre suas respectivas coordenadas ($\Delta X \Delta Y \Delta Z$). Uma linha-base pode conter dezenas de quilômetros de extensão. Quando se tem mais de duas linhas-base (três ou mais receptores envolvidos), forma-se uma rede GPS. Esta rede GPS pode ser solucionada rigorosamente, considerando a correlação entre as diferentes linhas-base envolvidas e ajustando todas as observações simultaneamente. Um processo não tão rigoroso, mas muito utilizado na prática por apresentar bons resultados é processar as linhas-base individualmente, e depois ajustar os vetores gerados, desconsiderando a correlação entre eles. O PR Estático proporciona precisões da ordem de 1 ppm, entretanto, para linhas-base médias e longas (Mais de 15 Km), é imprescindível o uso de

receptores de dupla frequência, devido aos efeitos da Ionosfera e o PR estático rápido proporciona precisões varia de 1 a 5 ppm, com linha de base até 10Km. Para estações da RBMC, a taxa de coleta dos dados é de 15 segundos e o tempo de rastreo de cada arquivo disponibilizado é de 24 horas (Monico, 2008).

O posicionamento relativo estático rápido difere do estático somente pelo tempo durante o período de ocupação da estação, que neste caso não passa de 20 minutos. A utilização deste método é propicia para levantamentos em que se deseja alta produtividade. Neste método podem-se utilizar receptores simples (L1) ou dupla frequência (L1 e L2). No campo deve-se ter um receptor fixo servindo de base, coletando dados continuamente, enquanto o outro receptor percorre as áreas e pontos de interesse, permanecendo cerca de 5 a 20 minutos para cada coleta de dados. Não há necessidade da continuidade de rastreamento durante as mudanças de pontos de interesses nem do receptor permanecer ligado durante o percurso. Os dados coletados da estação base e do receptor de caminhamento são processados para que se solucione o vetor de ambigüidade e se consiga uma melhor precisão (Bernardi e Landim, 2002).

Os dados coletados simultaneamente na estação de referência e nas estações a determinar, formando várias linhas-base, são processados. Para que os resultados apresentem razoável nível de precisão, o vetor de ambigüidades envolvido em cada linha-base deve ser solucionado, isto é, fixado com inteiro. Deve-se, portanto, adotar um algoritmo adequado de solução da ambigüidade, ou mesmo aqueles envolvidos em técnicas OTF (On-The-fly) (Seeber, 2003), também denominados AROF (Ambiguity Resolution On-The-Fly).

2.3 SISTEMAS DE REFERÊNCIAS

2.3.1 SIRGAS 2000,4

O Projeto SIRGAS foi estabelecido na Conferência Internacional para definição de um Datum Geocêntrico para a América do Sul, realizada em outubro de 1993 em Assunção, Paraguai, visando definir, materializar e manter um sistema de referência geocêntrico tridimensional na América do Sul (IBGE) seguindo, por exemplo, Europa (EUREF), Austrália (AGD84), Estados Unidos (NAD83), Canadá (CSRS) e Nova Zelândia (OSG 2000). O projeto SIRGAS teve estabelecidos os seguintes objetivos iniciais (IBGE):

- a) definir um sistema de referência geocêntrico para a América do Sul;
- b) estabelecer e manter uma rede de referência; e
- c) definir e estabelecer um “datum geocêntrico”.

Com vistas a atender os objetivos acima foram adotadas, durante a conferência, as seguintes definições:

a) sistema de referência SIRGAS: Materialização do *International Terrestrial Reference System* (ITRS) na América do Sul via estações GPS, propiciando uma rede continental vinculada a um *International Terrestrial Reference Frame* (ITRF) em dada época;

b) modelo geométrico geocêntrico: eixos coordenados baseados no ITRS e parâmetros do elipsóide GRS80.

A sua materialização ocorreu em várias campanhas GPS, sendo a primeira em 1995(SIRGAS 2005) com 58 estações, a segunda em 2000(SIRGAS 2000,4) composta de 184 estações. Atualmente está em fase de implantação à rede SIRGAS de Monitoramento contínuo (SIRGAS-CON), que será composta de 170 estações, sendo 50 pertencem à rede global do IGS (*International GPS Service*). Os países da América Latina que utilizarão o SIRGAS são: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, El Salvador, Equador, México, Panamá, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela. As figuras 11, 12 e 13, abaixo, representam a posição das estações em SIRGAS 95, 2000 e CON:

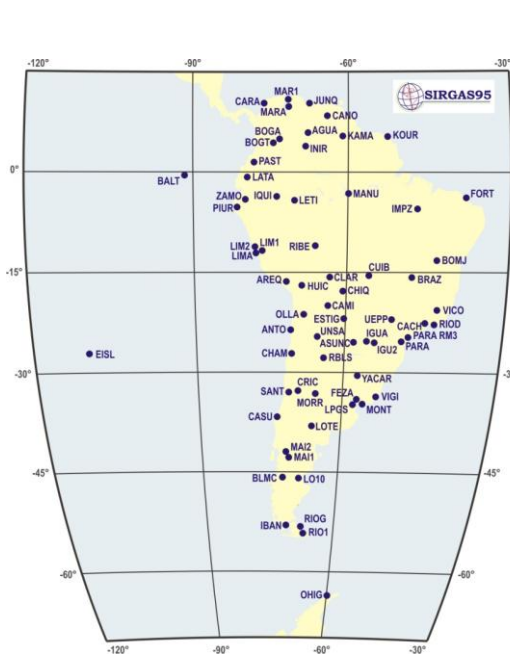


Figura 11: SIRGAS 95
(Fonte: site SIRGAS.ORG)

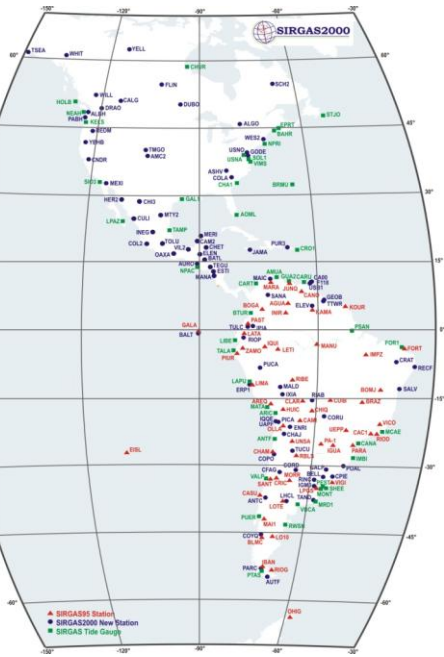


Figura 12: SIRGAS 2000
(Fonte: site SIRGAS.ORG)

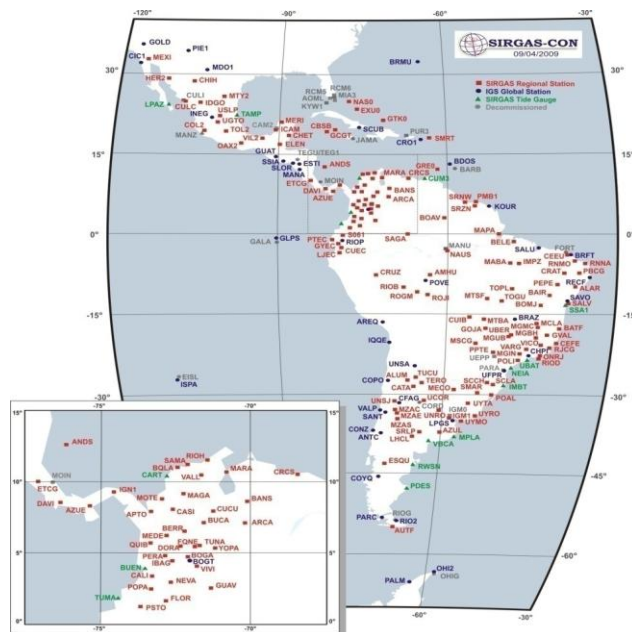


Figura 13: SIRGAS-COM
(Fonte: site SIRGAS.ORG)

O datum geodésico SIRGAS tem como parâmetros o elipsóide GRS80 (Geodetic Reference System 1980), sendo idêntico ao WGS84 para efeitos práticos de cartografia. Devido às características do sistema GPS, às coordenadas podem ser aplicadas diretamente aos levantamentos cartográficos, evitando a necessidade de transformação e integração entre os

referenciais. O SAD-69 é um sistema topocêntrico que tem como referência uma origem na superfície terrestre, enquanto o WGS84 e SIRGAS são sistemas geocêntricos que tem como referencial um ponto no centro de massa da Terra.

2.3.2 WGS84

O WGS84 é a quarta versão do sistema de referência geodésico global estabelecido pelo Departamento de Defesa Americano (DoD) desde 1960 com o objetivo de fornecer posicionamento e navegação em qualquer parte do mundo, cujo a origem é o centro de massa da Terra, como se observa na figura 14. Ele é o sistema de referência das efemérides operacionais do sistema GPS. Daí a importância do WGS84 frente aos demais sistemas de referência.

No Brasil, os parâmetros de conversão entre SAD69 e WGS84 foram apresentados oficialmente pelo IBGE em 1989. Uma das principais características do WGS84 diante do SAD69 é este ser um sistema geocêntrico, ao contrário do sistema topocêntrico do SAD69.

O WGS-84 passou por três atualizações. A primeira foi obtida através de uma nova materialização do sistema, com 32 estações (10 estações DoD correspondente à rede de referência WGS84 original (GPS) e mais 22 estações pertencentes à rede IGS – International GNSS Service). Essa solução recebeu a denominação de WGS84 (G730), foi adotada a época de referência 1994,0, utilizada nas órbitas operacionais dos satélites GPS de 29 de junho de 1994 a 29 de janeiro de 1997. A segunda foi um trabalho que envolveu três instituições: a National Imagery and Mapping Agency (NIMA), a NASA através do Goddard Space Flight Center (GSFC) e a Ohio State University (OSU). A terceira realização é bastante recente, e busca a compatibilização com o SIRGAS (Monico, 2008).

Os WGS 84 usam meridiano zero como definido pelo Departamento de internacional l'Heure, qual foi definido pela compilação de observações da estrela em países diferentes. O meio destes dados causou um deslocamento de aproximadamente 100 metros do leste Meridiano principal em Greenwich, Reino Unido. Eles usaram originalmente o GRS 80 do elipsóide de referência, mas submeteu-se a alguns refinamentos menores em algumas edições mais atrasadas desde sua publicação inicial. A maioria destes

refinamentos é importante para alta precisão orbital dos cálculos para os satélites, mas têm pouco efeito prático em usos topográficos típicos.

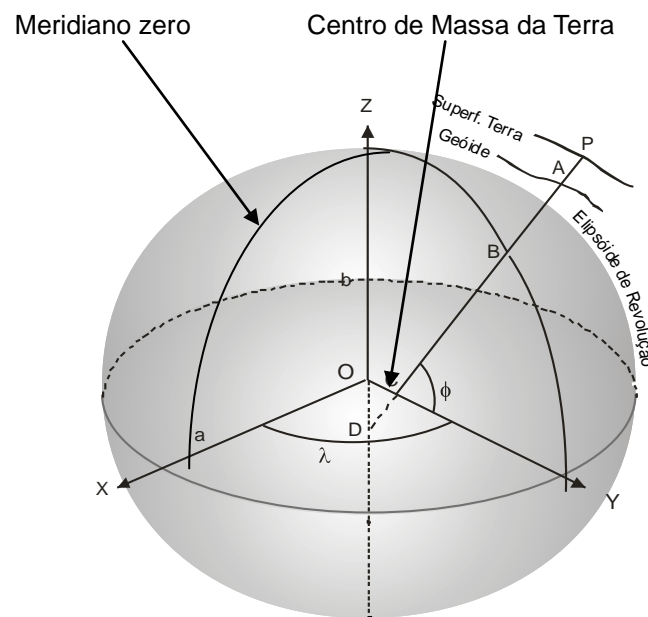


Figura 14: Sistema WGS 84

(Fonte: site Física Ufrgs)

CAPITULO III

3. CARTOGRAFIA

3.1 CONCEITUAÇÃO

Avaliando todos os avanços científicos e tecnológicos produzidos pelo homem através dos tempos, é possível, nos dias de hoje, entender a condição de perplexidade de nossos ancestrais, no começo dos dias, diante da complexidade do mundo a sua volta. Podemos também intuir de que maneira surgiu no homem a necessidade de conhecer o mundo que ele habitava. O simples deslocamento de um ponto a outro na superfície de nosso planeta, já justifica a necessidade de se visualizar de alguma forma as características físicas do "mundo". É fácil imaginarmos alguns dos questionamentos que surgiram nas mentes de nossos ancestrais, por exemplo: como orientar nossos deslocamentos? Qual a forma do planeta? etc..

A forma de nosso planeta (formato e suas dimensões) é um tema que vem sendo pesquisado ao longo dos anos em várias partes do mundo. Muitas foram às interpretações e conceitos desenvolvidos para definir qual seria a forma da Terra. Pitágoras em 528 a.C. introduziu o conceito de forma esférica para o planeta, e a partir daí sucessivas teorias foram desenvolvidas até alcançarmos o conceito que é hoje bem aceito no meio científico internacional.

A superfície terrestre sofre freqüentes alterações devido à natureza (movimentos tectônicos, condições climáticas, erosão, etc.) e à ação do homem, portanto, não serve para definir forma sistemática da Terra.

Segundo o conceito introduzido pelo matemático alemão CARL FRIEDRICH GAUSS (1777-1855), a forma do planeta, é o GEÓIDE (Figura 15) que corresponde à superfície do nível médio do mar homogêneo (ausência de correntezas, ventos, variação de densidade da água, etc.) supostamente prolongado por sob continentes. Essa superfície se deve, principalmente, às forças de atração (gravidade) e força centrífuga (rotação da Terra).

Os diferentes materiais que compõem a superfície terrestre possuem diferentes densidades, fazendo com que a força gravitacional atue com maior ou menor intensidade em locais diferentes.

As águas do oceano procuram uma situação de equilíbrio, ajustando-se às forças que atuam sobre elas, inclusive no seu suposto prolongamento. A

interação (compensação gravitacional) de forças buscando equilíbrio faz com que o geóide tenha o mesmo potencial gravimétrico em todos os pontos de sua superfície.

É preciso buscar um modelo mais simples para representar o nosso planeta. Para contornar o problema que acabamos de abordar lançou-se mão de uma figura geométrica chamada ELIPSE que ao girar em torno do seu eixo menor forma um volume, o ELIPSÓIDE DE REVOLUÇÃO, achatado nos pólos (Figura 16). Assim, o elipsóide é a superfície de referência utilizada nos cálculos que fornecem subsídios para a elaboração de uma representação cartográfica (IBGE).

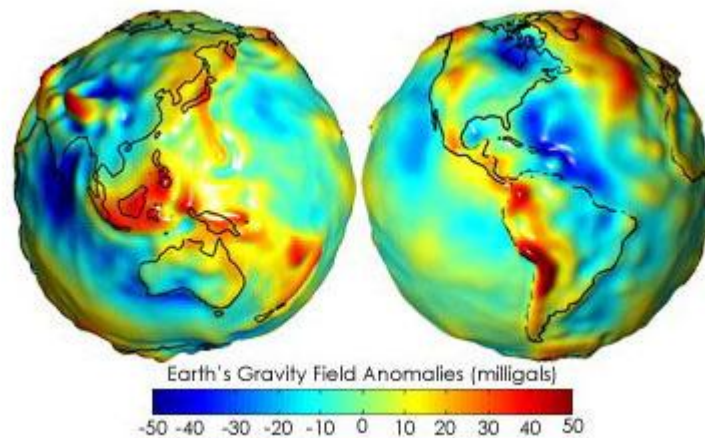


Figura 15: Forma da Terra Geóide

(Fonte: Site Wikipédia)

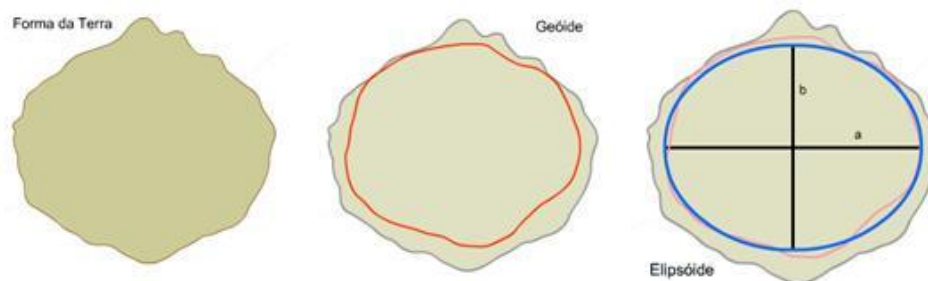


Figura 16: Elipsóide na forma da Terra

(Fonte: IBGE)

3.2 SISTEMAS DE PROJEÇÕES

A confecção de uma carta exige, antes de tudo, o estabelecimento de um método, segundo o qual, a cada ponto da superfície da Terra corresponda um ponto da carta e vice-versa.

Diversos métodos podem ser empregados para se obter essa correspondência de pontos, constituindo os chamados "sistemas de projeções". A teoria das projeções compreende o estudo dos diferentes sistemas em uso, incluindo a exposição das leis segundo as quais se obtêm as interligações dos pontos de uma superfície (Terra) com os da outra (carta). São estudados também os processos de construção de cada tipo de projeção e sua seleção, de acordo com a finalidade em vista.

O problema básico das projeções cartográficas é a representação de uma superfície curva em um plano. Em termos práticos, o problema consiste em se representar a Terra em um plano. Podemos ainda dizer que não existe nenhuma solução perfeita para o problema, e isto pode ser rapidamente compreendido se tentarmos fazer coincidir a casca de uma laranja com a superfície plana de uma mesa. Para alcançar um contato total entre as duas superfícies, a casca de laranja teria que ser distorcida. Embora esta seja uma simplificação grosseira do problema das projeções cartográficas, ela expressa claramente a impossibilidade de uma solução perfeita (projeção livre de deformações). Poderíamos então, questionar a validade deste modelo de representação já que seria possível construir representações tridimensionais do elipsóide ou da esfera, como é o caso do globo escolar, ou ainda expressá-lo matematicamente, como faz os geodestas. Em termos teóricos esta argumentação é perfeitamente válida e o desejo de se obter uma representação sobre uma superfície plana é de mera conveniência. Existem algumas razões que justificam esta postura, e as mais diretas são: o mapa plano é mais fácil de ser produzido e manuseado.

Podemos dizer que todas as representações de superfícies curvas em um plano envolvem: "extensões" ou "contrações" que resultam em distorções ou "rasgos". Diferentes técnicas de representação são aplicadas no sentido de se alcançar resultados que possuam certas propriedades favoráveis para um propósito específico.

A construção de um sistema de projeção será escolhida de maneira que a carta venha a possuir propriedades que satisfaçam as finalidades impostas pela sua utilização. O ideal seria construir uma carta que reunisse todas as propriedades, representando uma superfície rigorosamente semelhante à superfície da Terra. Esta carta deveria possuir as seguintes propriedades:

1- Manutenção da verdadeira forma das áreas a serem representadas (conformidade).

2- Inalterabilidades das áreas (equivalência).

3- Constância das relações entre as distâncias dos pontos representados e as distâncias dos seus correspondentes (eqüidistância).

3.2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

As projeções podem ser classificadas quanto:

- **Ao método**, que se subdividem em geométricas e analíticas;
- **A superfície de projeção**, que podem ser (Figura 17):
 - planas
 - cônicas
 - cilíndricas
 - poli-superficiais;
- **Ao tipo de contato** entre as superfícies de projeção e de referência, ou seja, tangentes ou secantes;
- **As propriedades**:
 - conformidade: manutenção dos ângulos
 - equivalência: inalterabilidade das áreas
 - equidistância: constância das relações entre as distâncias dos pontos representados e as distâncias dos seus correspondentes
 - afilática: não possui nenhuma das propriedades dos outros tipos.




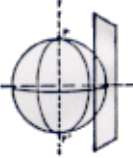
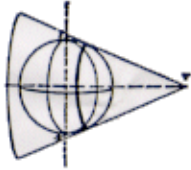
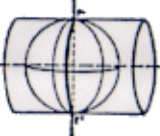

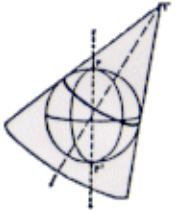

| PLANAS | CÔNICAS | CILINDRICAS |
|--|---|--|
|  <p>POLAR – plano tangente no pólo</p> |  <p>NORMAL – eixo do cone paralelo ao eixo da Terra</p> |  <p>EQUATORIAL – eixo do cilindro paralelo ao eixo da Terra</p> |
|  <p>EQUATORIAL – plano tangente no equador</p> |  <p>TRANSVERSA – eixo do cone perpendicular ao eixo da Terra</p> |  <p>TRANSVERSA – eixo do cilindro perpendicular ao eixo da Terra</p> |
|  <p>HORIZONTAL – plano tangente em um ponto qualquer</p> |  <p>HORIZONTAL – eixo do cone inclinado em relação ao eixo da Terra</p> |  <p>HORIZONTAL – eixo do cilindro inclinado em relação ao eixo da Terra</p> |

Figura 17: Representação quanto ao tipo de superfície
(Fonte: IBGE)

3.2.2 PROJEÇÕES MAIS USUAIS

- Projeção Policônica.(Figura 18)

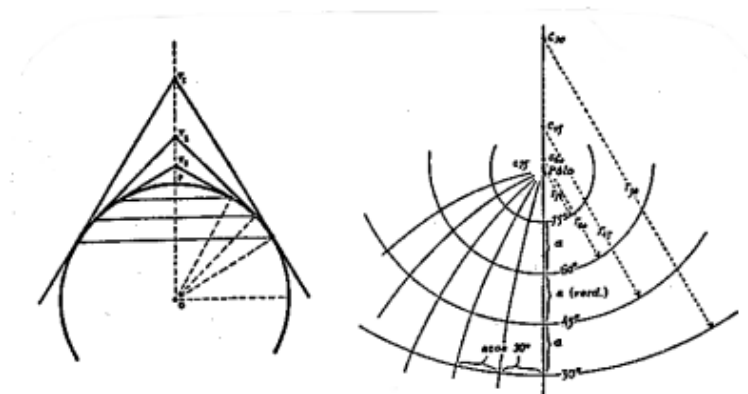


Figura 18: Projeção Policônica (Fonte: IBGE)

- Projeção Cônica Normal de Lambert (com dois paralelos padrões).(Figura 19)

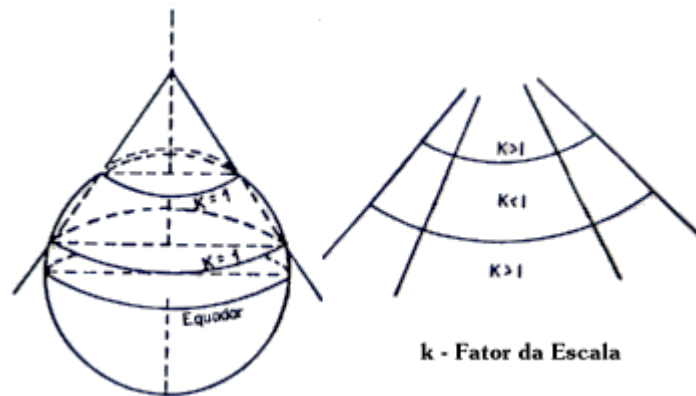


Figura 19: Projeção Cônica Normal de Lambert

(Fonte: IBGE)

- Projeção Cilindra Transversa de Mercator (Secante)(Figura 20), Sistema UTM.

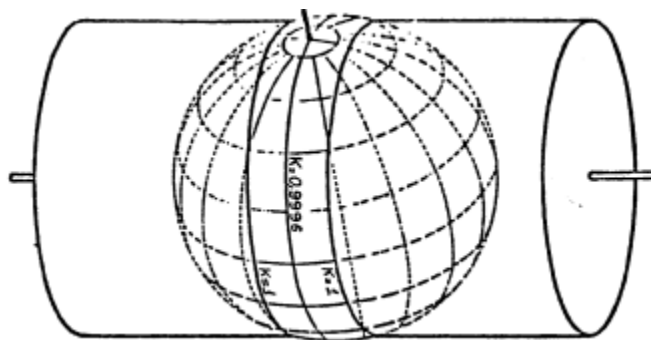


Figura 20: Cilíndrica de Mercator Secante

(Fonte: IBGE)

3.2.3 SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM

A projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) foi adotada, inicialmente, pelo exército dos Estados Unidos, em 1947, para representar coordenadas retangulares em mapas militares em grande escala de todo o mundo. Trata-se de uma projeção cilíndrica derivada da Projeção Conforme de Gauss. Por um acordo geográfico mundial, os fusos UTM são de 6° de largura, começando no fuso 180° a 174° W Gr. e continuando para leste, resultando em 60 fusos de 6°. A área abrangida pelos fusos é limitada ao norte e ao sul pelos paralelos 84°N e 80°S, respectivamente. Além dos paralelos 84° N e 80° S, a projeção adotada mundialmente é a Estereográfica Polar Universal.

Avaliando-se a deformação de escala em um fuso UTM (tangente), pode-se verificar que o fator de escala é igual a 1 (um) no meridiano central e aproximadamente igual a 1.0015 (1/666) nos extremos do fuso. Desta forma, atribuindo-se a um fator de escala $k = 0,9996$ ao meridiano central do sistema UTM (o que faz com que o cilindro tangente se torne secante), torna-se possível assegurar um padrão mais favorável de deformação em escala ao longo do fuso. O erro de escala fica limitado a 1/2.500 no meridiano central, e a 1/1030 nos extremos do fuso (Figura 22).

O sistema UTM conserva os ângulos e a forma de pequenas áreas (projeção conforme). Trata-se do sistema de projeção mais utilizado no mundo e adotado no Sistema Cartográfico Nacional (SCN). As especificações do sistema UTM são definidas a partir das características da CIM (Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo). O sistema UTM foi adotado pelo Brasil, em 1955, passando a ser utilizado pela DSG (Diretoria de Serviço Geográfico) e IBGE para o mapeamento sistemático do país. Gradativamente, foi o sistema adotado para o mapeamento topográfico de qualquer região, sendo hoje utilizado em qualquer tipo de levantamento. O território brasileiro é coberto por 8 fusos.

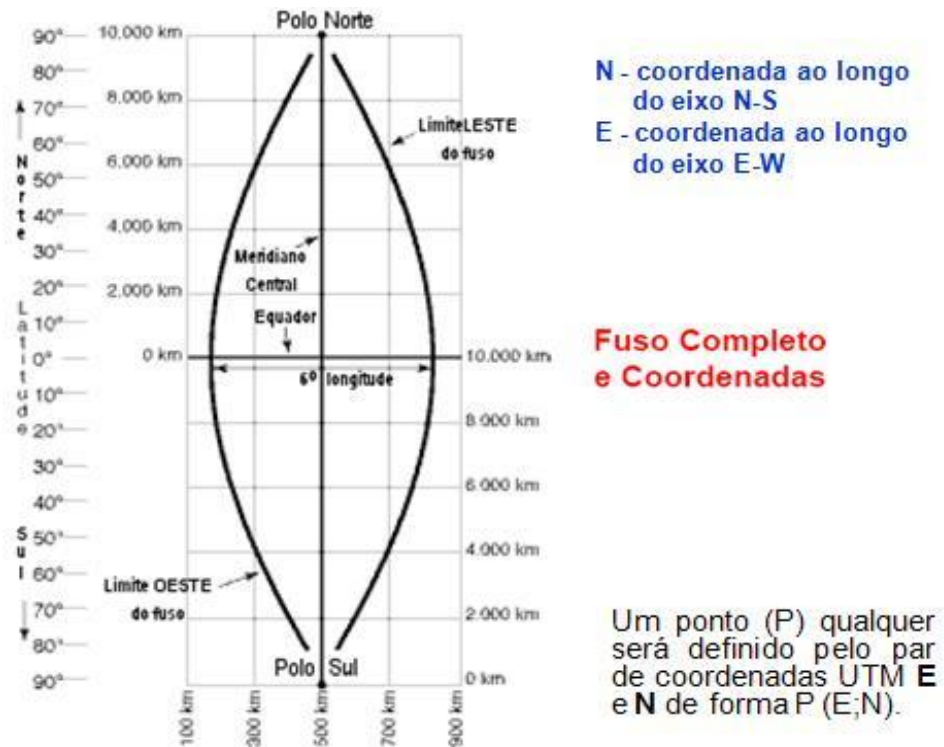


Figura 21: Fuso UTM
(Fonte:site Profa. Arlete Meneguette)

3.3 SATÉLITE ALOS/DAICHI

3.3.1 ASPECTOS GERAIS

ALOS / DAICHI (Japonês) - Ficha Técnica Resumida(Figura 23).

As informações desse subitem são do site IBGE – ALOS.



Figura 22: Satélite ALOS
(Fonte: IBGE)

O satélite japonês ALOS (Advanced Land Observing Satellite) foi lançado pela Agência Espacial Japonesa (JAXA-Japan Aerospace Exploration Agency) no dia 24 de janeiro de 2006, com a missão de observar e obter imagens de todo o planeta, para fins de monitoramento de desastres ambientais, levantamento de recursos naturais e, em especial, de suporte à cartografia. A JAXA optou por estabelecer nós de distribuição das imagens para as diversas partes do mundo. A ASF (Alaska Satellite Facility), que é o nó responsável pela distribuição das imagens nas Américas, fez uma parceria com o IBGE que faz sua distribuição para os usuários.

O ALOS descreve uma órbita circular heliossíncrona a 692 km de altitude, com um período de revisita a um mesmo ponto do planeta de 46 dias (ciclo). Os dados captados são redirecionados para o satélite geoestacionário DRTS, ou Kodama, que os transmite, então, para a estação de recepção no Japão, a uma taxa de 240 Mbps. Em virtude do grande volume de dados produzidos – cerca de 1 TeraByte por dia –, a JAXA montou um esquema descentralizado de distribuição de dados, através dos chamados ALOS Data Nodes. Cada nó de distribuição é responsável pelo recebimento em fita, processamento e distribuição dos dados, em uma área de abrangência pré-definida. Assim, a Alaska Satellite Facility (ASF) e a National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA), dos Estados Unidos, ficaram responsáveis pelas Américas; a Agência Espacial Européia (ESA), pela Europa e África; a Geoscience Austrália, pela Oceania, e a JAXA pela Ásia.

O ALOS entrou na fase operacional em 20 de outubro de 2006, depois de um período de nove meses de calibração, da qual o IBGE participou com atividades de campo na Amazônia, para o posicionamento de refletores de sinais de radar (refletores de canto).

O satélite ALOS tem 3.5m de largura por 4.5m de comprimento e 6.5m de altura, os seus painéis solares medem 22m x 3m, o seu peso bruto é de perto de 4 toneladas, o que faz dele um dos maiores satélites de Observação da Terra.

O ALOS pode transmitir os dados imageados pelos seus instrumentos para uma estação em solo de duas formas (Figura 23):



Figura 23: Forma de transmissão do satélite ALOS

(Fonte: IBGE)

O ALOS possui três instrumentos imageadores de Sensoriamento Remoto(Figura 24):

- O PRISM: Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping;
- O AVNIR-2: Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2;
- O PALSAR: Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar.

Assim, o ALOS pode imagear rapidamente áreas de interesse dos usuários em todo o planeta independentemente da existência e operação de estação de recepção. Uma grande vantagem técnica e comercial para um satélite que quer ser global operacional e comercial. Esse satélite gera dados que podem ser usados para cartografia e levantamentos até a escala 1:25.000 com precisão e qualidade para uso e ocupação de solos e todas as aplicações temáticas relacionadas, sem precisar de pontos de controle em solo (IBGE).

Para poder fazer bom uso de todos os dados gerados por seus três sensores, o **ALOS** foi concebido seguindo dois eixos da alta tecnologia:

- Grande capacidade de operação e velocidade de processamento
- Alta precisão de posicionamento e atitude do satélite.



Figura 24: Localização dos sensores do satélite ALOS

(Fonte: IBGE)

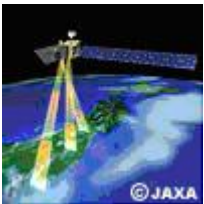
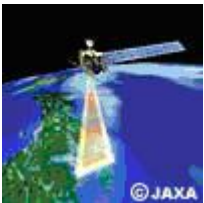
3.3.2 Principais Especificações Técnicas do Satélite ALOS (Tabela 01).

| | |
|---|---|
| Tempo de Vida Útil | De 3 a 5 anos (até 2011) |
| Órbita | Sincronizada com o Sol, sub recorrente Ciclo completo: 46 dias Sub-Ciclo : 2 dias Altitude : 691.65 km (acima do Equador) Inclinação : 98.16 graus. |
| Precisão de definição de Atitude | 2.0 x 10 ⁻⁴ deg. (off-line, com Pontos de Controle no solo) |
| Precisão de Posicionamento | 1m (off-line) |
| Velocidade de Transmissão de dados | 240 Mbps (por DRTS , Data Relay Test Satellite) 120 Mbps (Transmissão Direta a Estação) |
| Gravadores de Bordo | Gravadores Solid-state (90Gbytes) |

Tabela 01: Especificações técnicas do satélite ALOS.

(Fonte: IBGE)

3.3.3 Apresentação comparativa dos 3 sensores imageadores do ALOS (Tabela 02):

| Sensor | Resolução Espacial e Largura da Faixa de Imageamento | Características | Utilização |
|---|--|---|--|
|  PRISM | Resolução Espacial : 2.5 m Faixa Imageada : 35 km no modo Triplet 70 km no modo nadir | Possui 3 sistemas óticos independentes para imageamento ao nadir, na dianteira e na traseira, produzindo assim um par estereoscópico ao longo da órbita do satélite. | Cartografia, Construção de MNT/DEM para mapeamento, planejamento urbano, agricultura, estudos florestais, estudos costeiros, monitoramento de enchentes, geologia, simulações 3D, etc... Possui B/H de 1. |
|  AVNIR-2 | Resolução Espacial : 10 m Faixa Imageada: 70 km | Se destina principalmente a observação de terras continentais e áreas litorâneas. Para recobrimento de Municípios, Estados e Países. Tem 4 bandas espectrais (B-G-R-IR) | Indicado para todas as aplicações temáticas que dizem respeito ao meio ambiente, vegetação, agricultura, recursos renováveis e não renováveis. Muito polivalente, podendo ser visualizado em cores verdadeiras(3-2-1 em R-G-B) ou falsas cores (4-3-2 em RGB) ou cores naturais simuladas (3-4-2 em R-G-B). |

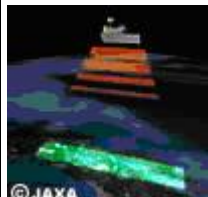
| | | | |
|---|---|--|---|
|  <p>© JAXA PALSAR</p> | <p>Resolução Espacial : 10 m no modo fine 100 m no modo Scan Sar</p> <p>Faixa Imageada: 70 km no modo fine, 250 a 350 km no modo Scan SAR</p> | <p>O PALSAR é um sensor ativo de micro ondas que opera em banda L que pode observar a Terra tanto em modo FINE para estudos de precisão como em modo Scan SAR para observar áreas muito maiores.</p> | <p>Indicado para estudos geológicos, interferometria, imageamento em regiões de densa cobertura de nuvens, estudos off-shore, ...</p> |
|---|---|--|---|

Tabela 02: Comparativo entre os sensores do satélite ALOS.

(Fonte: IBGE)

3.4 APRESENTAÇÃO DETALHADA DO SENSOR PRISM ALOS.

O Instrumento PRISM (Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping) do ALOS consiste num conjunto de três telescópios pancromáticos de 2,5 m de resolução, com capacidade de visada dianteira, traseira e nadir, ao longo da órbita do satélite. Esta configuração é usada para criar pares estereoscópicos e assim gerar MNT/DEM de alta precisão para cartografia e simulações 3D da paisagem. Cada telescópio do instrumento PRISM tem 3 espelhos e um sistema de escaneamento do tipo push/broom. O telescópio que imagea no nadir cobre uma faixa de 70km, os demais recobrem uma faixa de 35Km de largura cada.

Os três telescópios do Instrumento PRISM são instalados numa estrutura com controle de temperatura preciso. Os telescópios que imageam na dianteira e na traseira do satélite tem inclinação de $+24^{\circ}$ and -24° com o nadir para adquirir um par estereoscópico com B/H de valor = 1.0. Esta configuração do PRISM permite a aquisição de um trio de três imagens de 35 km de largura de uma área de interesse, sem movimentação mecânica ou inclinação do satélite. Sem esta configuração específica dos instrumentos do PRISM, as três imagens adquiridas pelo PRISM não teriam recobrimento em comum por causa da rotação da Terra. A seguir segue as tabelas 03,04 com as características e modos de observação e as figuras 25, 26 exemplificando os modos de observação.

| Características do PRISM | |
|--|--|
| Quantidade de Bandas | 1 (Pancromático) |
| Sensibilidade Espectral | 0.52 ~ 0.77 micrometros |
| Quantidade de Telescópios | 3 (Nadir/Dianteiro/Traseiro) |
| B/H | 1.0 (entre os telescópios traseiro e dianteiro) |
| Resolução Espacial | 2.5 m |
| Faixa Imageada | 35 km (Modo TRIPLET) 70 km (Modo Nadir, Faixa larga) |
| Sinal / Ruído | > 70 |
| Função de Transferência Modular (MTF) | > 0.2 |
| Quantidade de Detectores | 28000 / banda (70 km de largura de faixa) 14000 / banda (35 km de largura de faixa) |
| Ângulo de Apontamento | -1.5 até +1.5 deg (Modo Triplet, na órbita) |
| Codificação | 8 bits |

Tabela 03: Características do sensor PRISM (Fonte: IBGE).

| Modos de Observação | |
|---------------------|---|
| Modo 1 | Observação em modo TRIPLET ou TRIO usando visadas Dianteira, Nadir, e Traseira (Faixa Imageada é de 35km) |
| Modo 2 | Nadir (70km) + Traseiro (35km) |
| Modo 3 | Nadir (70km) |
| Modo 4 | Nadir (35km) + Dianteiro (35km) |
| Modo 5 | Nadir (35km) + Traseiro (35km) |
| Modo 6 | Dianteiro (35km) + Traseiro (35km) |
| Modo 7 | Nadir (35km) |
| Modo 8 | Dianteiro (35km) |
| Modo 9 | Traseiro (35km) |

Tabela 04: Modos de observação dos sensores do satélite ALOS (Fonte: IBGE).

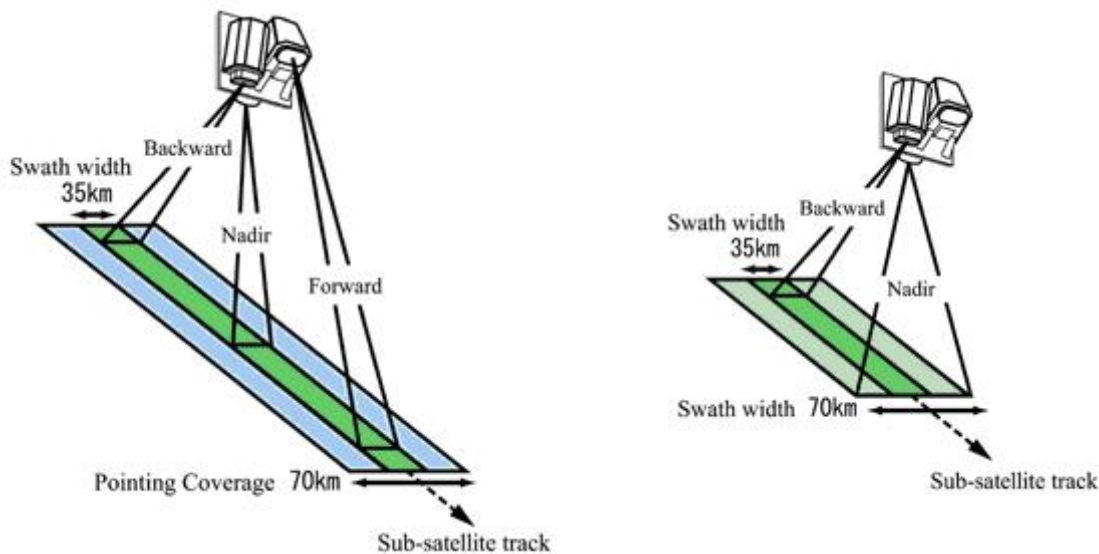


Figura 25, 26: Modos de observação dos sensores do satélite ALOS

(Fonte: IBGE)

Observação : O PRISM não consegue observar áreas além de 82 graus sul e norte de Latitude.

3.4.1 NÍVEIS DE PROCESSAMENTO DO SENSOR PRISM

As imagens PRISM podem ser adquiridas através do IBGE/ASF em 4 diferentes níveis de processamento: 1A, 1B1, 1B2R e 1B2G. As imagens PRISM no nível 1A não são calibradas. Consistem do dado de sinal não comprimido e reconstruído, com coeficientes de calibração radiométrica e geométricos anexados, mas não aplicados. O usuário recebe um arquivo de imagem para cada um dos CCDs que compõem cada visada.

As imagens nível 1B1 são corrigidas radiometricamente, adicionando-se os coeficientes de calibração absoluta. Possuem os coeficientes de calibração geométrica anexados, mas não aplicados. O usuário recebe um arquivo de imagem para cada um dos CCDs que compõem cada visada.

As imagens 1B2 são calibradas radiométrica e geometricamente e os CCDs de cada visada são mosaicados. O usuário recebe um arquivo de imagem para cada visada. No nível 1B2R a imagem apresenta seus pixels alinhados em relação à trajetória do satélite e possuem coordenadas na projeção UTM. É necessário que o usuário aplique uma rotação para tornar a imagem orientada para o Norte. Já o nível 1B2G esta rotação já vem aplicada, ou seja,

a imagem está georreferenciada e, conseqüentemente, seus pixels alinhados com a grade da projeção UTM (IBGE). Toda a correção geométrica aplicada no nível 1B2 é efetuada utilizando os dados obtidos pelos instrumentos do sistema AOCS (Attitude Orbit and Control System- Sistema de Controle da Órbita e Atitude), o que significa que o usuário não necessita fornecer pontos de controle medidos no terreno para obter uma imagem georreferenciada. Entretanto a qualidade geométrica desta imagem georreferenciada está vinculada à qualidade do sistema AOC e ao processamento do sinal que o transforma em imagem, além de desconsiderar o efeito do relevo (IBGE, 2009).

CAPÍTULO IV

4. DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo serão apresentados e descritos os principais materiais e métodos utilizados na elaboração e execução deste trabalho.

4.1 MATERIAIS

4.1.1 LEVANTAMENTO DE CAMPO

O Levantamento de campo foi basicamente composto pela ocupação dos pontos de controle, bem como a materialização e ocupação de um ponto base no 3º Batalhão de Engenharia de Combate - Exército – Cachoeira do Sul. Os principais materiais utilizados foram os seguintes:

- Um veículo automotor – Fornecido pelo Instituto de Geociências/UFRGS;
- Um par de receptores GPS Topcon GR-3 GNSS – Receptores GPS de dupla frequência sendo um utilizado com Base e o outro na localização dos pontos de controle;
- Um par de receptores GPS L1/L2 Spectra Precision Epoch™ 25 com antena externa – Par de receptores GPS topográficos utilizado na coleta dos pontos de **controle**;
- Três tripés com bases nivelantes – Equipamentos topográficos auxiliares na ocupação e levantamento dos pontos de apoio;
- Duas trenas de aço – Para medição da altura das antenas GPS utilizadas em cada ponto;
- Câmera Fotográfica – Registro fotográfico da localização dos pontos levantados;
- Papel, caneta e prancheta – Anotações de campo e croquis dos pontos de apoio;
- Carregadores de baterias dos GPS Topcon e Epoch;

- Carta topográfica da região na escala 1: 50.000 - a folha articulada SH.22-Y-A-III-1 – cedida pela 1ª Divisão de Levantamento -1ª DL.

4.1.2 ESCRITÓRIO

Essa etapa consistiu basicamente em descarregamento dos dados GPS, processamento dos dados GPS, ortorretificação da imagem com Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer – ASTER - Global Digital Elevation Model - GDEM (Shuttle Radar Topography Mission), georreferenciamento da imagem, geração e edição do MDE, geração, atualização e edição da base cartográfica, verificação da qualidade posicional (exatidão) e análise dos resultados. Os principais materiais utilizados foram os seguintes:

- Um computador Intel Core 2 Quad 64, 2.36 GHz, 4GB de RAM, 1000 GB de disco rígido, monitor Samsung 22' (Syncmaster T190);
- Software Bentley Microstation V.8 2004, versão de demonstração – para geração dos coeficientes dos RPCs;
- Software Microsoft Office Word 2007, da *Microsoft* – Para edição de texto e desenvolvimento do relatório;
- Software AutoCAD 2007, da *Autodesk* – Edição da base cartográfica;
- Software ENVI 4.5 2008, da *ITT Corporation* – para ortorretificação da imagem;
- Software Arcgis versão 9.2 e 9.3 – vetorizações da imagem, e geração da Carta Imagem;
- Software Topcon Link 7.2 e Topcon Tools 7.1, da própria empresa Topcon – para processamento e ajustamento dos dados do levantamento de campo.

4.2 MÉTODOS

Os métodos utilizados no desenvolvimento do trabalho foram os seguintes:

Fluxograma das etapas do desenvolvimento do trabalho (figura 27).

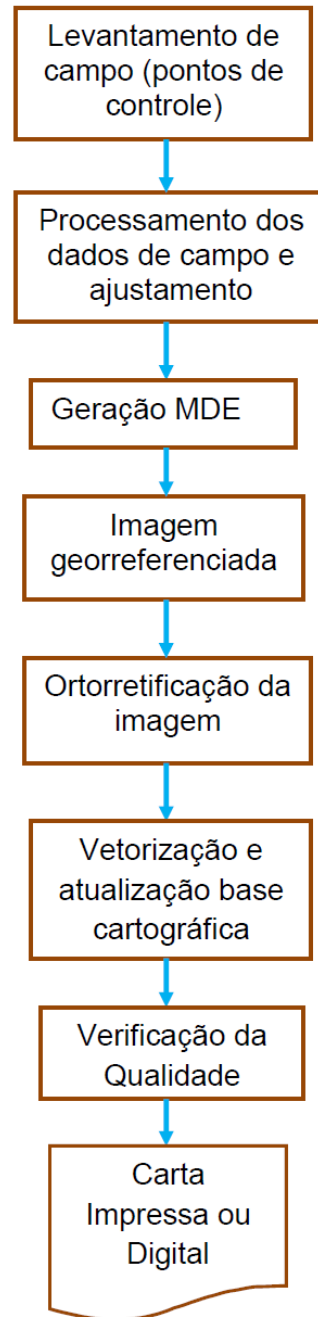


Figura 27: Fluxograma das etapas do trabalho

O posicionamento relativo estático rápido utilizando receptores GPS de dupla frequência para coleta dos pontos de controle foi realizado por um tempo entre 5min a 20min sem permanecer ligado de um ponto para o outro.

O processamento dos dados GPS foi realizado depois que foram nomeados os pontos e colocado as suas alturas respectivamente.

O cálculo da propagação de erros dos pontos de controle (a posteriori) foi realizado pelo software topcon tools.

Geração e edição do MDE da região foram adquiridas gratuitamente pela internet, sensor ASTER.

A imagem 1B2G (03/09/2010) já estava georreferenciada para ser usada na ortorretificação.

A ortorretificação da imagem foi utilizada 14 pontos de controle para a geração dos RPCs.

Atualização e edição de Base Cartográfica foram feita através da vetorização, interpretação e utilização da imagem;

A verificação qualidade geométrica foram utilizados 21 pontos.

Finalizando o trabalho foi impresso do produto final na forma de um Carta Imagem.

4.3 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Desenvolvimento das atividades do projeto conforme tabela 05:

| Atividades | MÊS | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | JUL | |
| Revisão bibliográfica | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Elaboração do pré-projeto | | X | X | | | | | | | | | |
| Planej. da saída de Campo | | | | | | X | X | | | | | |
| Saída de Campo | | | | | | | | | X | | | |
| Processamento dos dados | | | | | | | | | X | X | | |
| Ortorretificação | | | | | | | | | | X | | |
| Georreferenciamento | | | | | | | | | | X | | |
| Atualização da Base Cart. | | | | | | | | | | X | X | |
| Verificação da qualidade | | | | | | | | | | X | X | |
| Apresentação | | | | | | | | | | | | X |

Tabela 05: Cronograma das atividades do trabalho.

As atividades se desenvolveram inicialmente com o planejamento em escritório, utilizando-se da Carta Topográfica e a imagem ALOS adquirida através do IBGE, como a densificação e localização do número de pontos de GPS. Os métodos de levantamento e processamento dos pontos de controle que fo-

ram necessários para a realização do Projeto Cartográfico proposto são refletidos diretamente no produto final gerado nesse trabalho.

4.4 MÉTODO DE LEVANTAMENTO DOS PONTOS DE CONTROLE

Chegando a Cachoeira do Sul foi instalada uma base (materializado um ponto) no 3º Batalhão de Engenharia de Combate, ocupando este ponto com um dos receptores Topcon, para posteriormente realizar o posicionamento relativo desta base materializada com a estação POAL (Campus do Vale UFRGS/Porto Alegre e com a estação SMAR (Campus da UFSM/ Santa Maria) pertencente à RBMC, numa linha-base de 199 km de Porto Alegre e 124 Km de Santa Maria. Simultaneamente, com o outro receptor Topcon e com os outros dois Epoch, ocuparam-se cada um dos quarenta e um pontos de controle, para posteriormente realizar o posicionamento relativo destes pontos em relação à base materializada no 3º Batalhão de Engenharia de Combate, com tempo de coleta de dados entre 15 a 20 minutos compatível ao tipo de processamento. A figura 28 a seguir ilustra dois dos pontos de controle que foram coletados, bem como a base que fora materializada no 3º Batalhão de Engenharia.



Figura 28: Coleta de pontos de controle e Base materializada.

4.5 LEVANTAMENTO DE CAMPO E PROCESSAMENTO DOS DADOS

O levantamento de campo foi feito com a finalidade de se obter as coordenadas dos pontos que serviram de apoio ao projeto, sendo assim, a escolha do método a ser utilizado na obtenção dessas coordenadas é muito importante, pois a qualidade envolvida no posicionamento foi refletida diretamente no produto final gerado nesse trabalho.

Ao todo foram realizadas três saídas de campo para o levantamento dos pontos de controle entre os dias 16 a 18 novembro de 2010. O ponto base foi instalado no 3º Batalhão de Engenharia, com um dos GPS Topcon, na tarde do dia 16/Nov e manhã, tarde e noite do dia 17/Nov o outro GPS Topcon e os dois GPS Epoch foram utilizados para ocupação dos outros 41 pontos. A identificação de pontos deve-se levar em conta que se localizem em áreas de possível acesso, priorizando, neste sentido, os cruzamentos, bifurcações ou entroncamentos de estrada.

Na ausência destes tipos de pontos, podemos utilizar como pontos de controle, o cruzamento de rios com estradas (no início ou final de pontes) ou alguma outra feição bem definida na imagem. Faz-se necessário, portanto, um planejamento de campo bem estruturado, a fim de otimizar o tempo em trabalho de campo, de possibilitar a aquisição da maior quantidade de dados possíveis, e ainda, de facilitar ao máximo a etapa seguinte do trabalho.

Em cada ponto levantado, foi feito um croqui de localização do mesmo, bem como anotadas informações pertinentes (identificação do ponto, altura da antena, hora de início e de término do rastreamento). Também foram tiradas fotografias de cada ponto levantado, em razão de futura identificação e localização desses pontos, principalmente no processo de ortorretificação e teste da qualidade geométrica da carta.

Com os resultados de campo basicamente os arquivos GPS (navegação e observáveis) de cada um dos quarenta e dois pontos levantados, bem como os turnos em que a base materializada foi ocupada. Com o software Topocon Tools e os arquivos do GPS Topcon, com os arquivos do GPS Epoch na forma universal RINEX, com as coordenadas planas UTM da estação Santa Maria

(SMAR) e da estação Porto Alegre(POAL) em SIRGAS 2000 (Época 2000,4) todas da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC), foi feito o processamento e ajustamento dos dados conforme figura 29 e o resumo do Projeto.

Antes do processamento foram nomeados os pontos e colocado à altura das antenas, depois as coordenadas dos pontos, obtidas em coordenadas cartesianas geocêntricas SIRGAS2000, foram convertidas posteriormente para a projeção cartográfica UTM (Universal Transversa de Mercator).

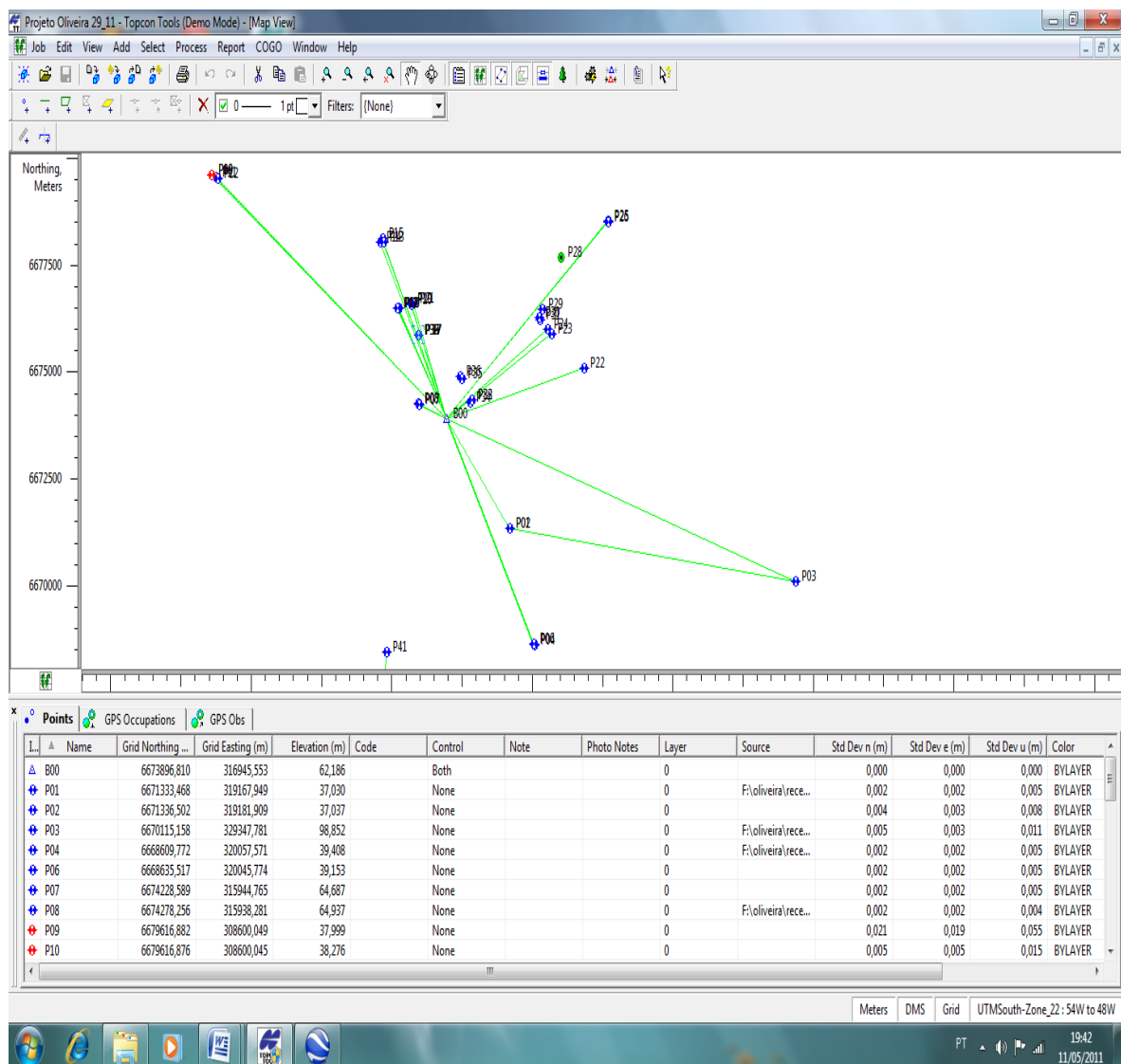


Figura 29: Visualização do processamento Topcon Tools

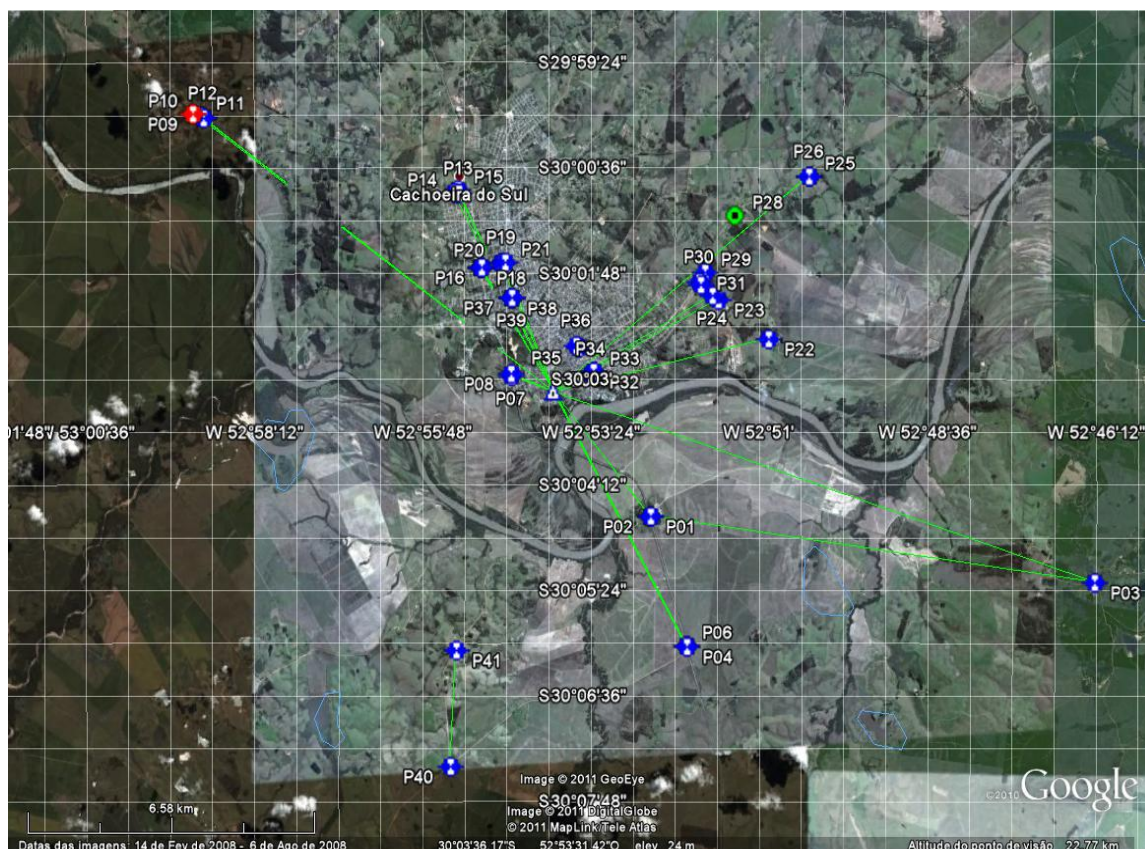


Figura 30: Visualização dos pontos no Google Earth

Foi feito o processamento com RBMC, estações POAL e SMAR e sem RBMC. Os resultados fazendo o posicionamento relativo em relação à base materializada no 3º Batalhão de Engenharia, sem RBMC foram melhores, conforme a figura 29, figura 30 (visualização) e o processamento do levantamento de campo utilizando-se o software Topcon Tools, conforme anexo 7.2.

4.6 ORTORRETIFICAÇÃO DA IMAGEM

O processo de ortorretificação exige que o usuário forneça um modelo digital de elevação da área para que as deformações devido ao relevo sejam corrigidas. Foi utilizado da *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)* Modelo Digital de Elevação Global (GDEM) que foi desenvolvido em conjunto pelo Ministério da Economia, Comércio e Indústria (METI) do Japão e dos Estados Unidos da América com a *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*. O GDEM ASTER foi constituído pelo METI e a NASA para a *Terra Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)* e está disponível gratuitamente para os usuários.

O GDEM ASTER cobre superfícies da terra entre 83 ° N e a 83 ° S está no formato GeoTIFF com coordenadas geográficas lat / long a um segundo de arco (aproximadamente 30m) grade. É referenciado ao geóide WGS84/EGM96. A pré-produção estimada com precisões para este produto global foram de 20 m, 95% de confiança para os dados na vertical e 30 m em 95% de confiança para os dados na horizontal.

O sensor ASTER está a bordo do satélite TERRA (EARTH), lançado em dezembro de 1999. Este sensor é constituído de três subsistemas de imageamento independentes, os quais coletam dados em 14 bandas do espectro eletromagnético: entre o visível e o Infravermelho Próximo (VNIR) são 3 bandas (resolução espacial de 15m), Infravermelho Médio (SWIR) com seis bandas (resolução de 30m) e Infravermelho Termal (TIR) com 6 bandas (resolução de 90m).

Para a ortorretificação da imagem foram feitos os seguintes procedimentos:

1. Foi escolhido quatorze pontos levantados em campo que são os *Ground Control Points* – GCPs para geração dos *Rational Polynomial Camera* –RPCs; O modelo RPC relaciona as coordenadas do espaço-objeto (latitude, longitude e altitude) com as coordenadas do espaço-imagem (linha, coluna). O modelo funcional do RPC é simplesmente uma divisão de duas funções cúbicas das coordenadas do espaço-objeto (DIAL e GRODECKI, 2005).
2. Com o software ENVI 4.5 procurou-se gerar os coeficientes de Polinômios Racionais RPCs a partir dos pontos de controle (GCPs), obtidos através de levantamento geodésico, para imagem em Nadir, obtendo ao final, os Parâmetros de Orientação Exterior (POE) que serão associados ao cabeçalho da imagem para cada mosaico (.hdr).
3. Ainda utilizando-se o ENVI 4.5, com os RPCs gerados e com o modelo digital de Elevação GDEM ASTER da área de estudo foi ortorretificada a imagem. Nas figuras 31, 32 e 33 estão esses procedimentos.

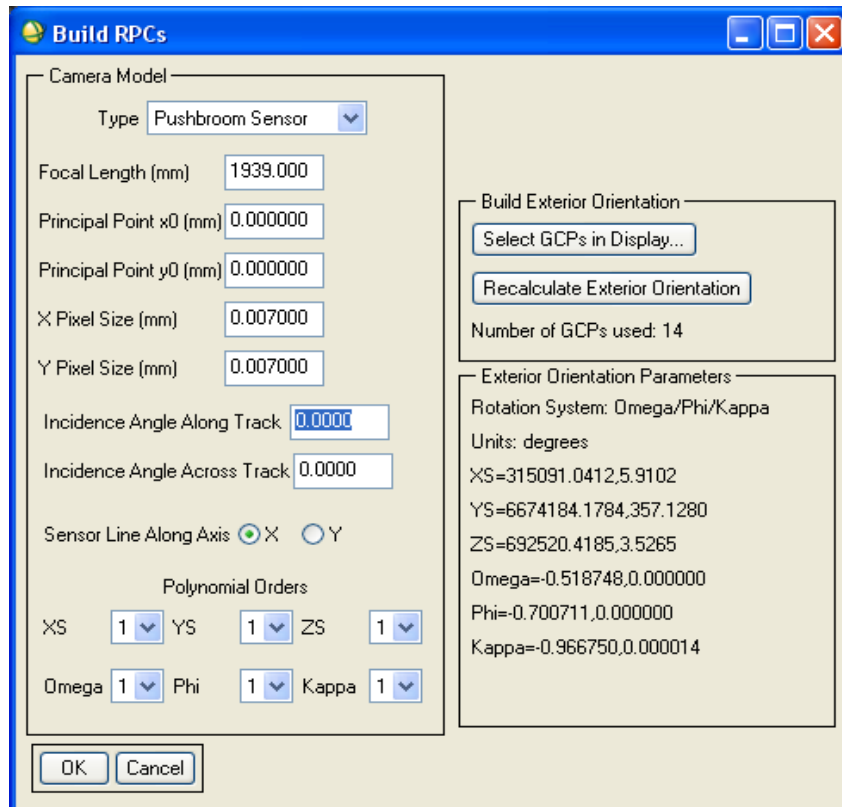


Figura 31: Geração dos RPCs – parâmetros orientação exterior.

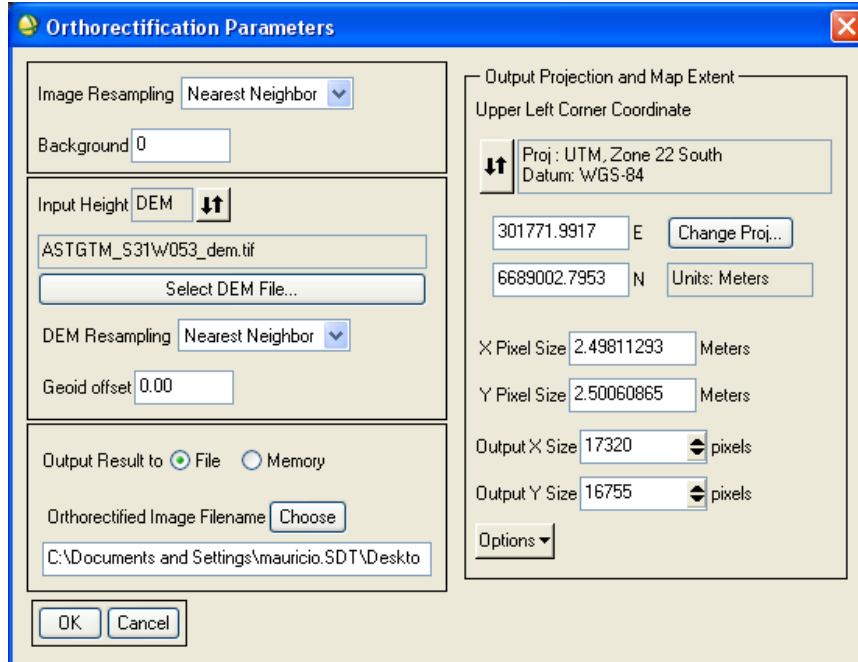


Figura 32: Parâmetros da ortoretificação.

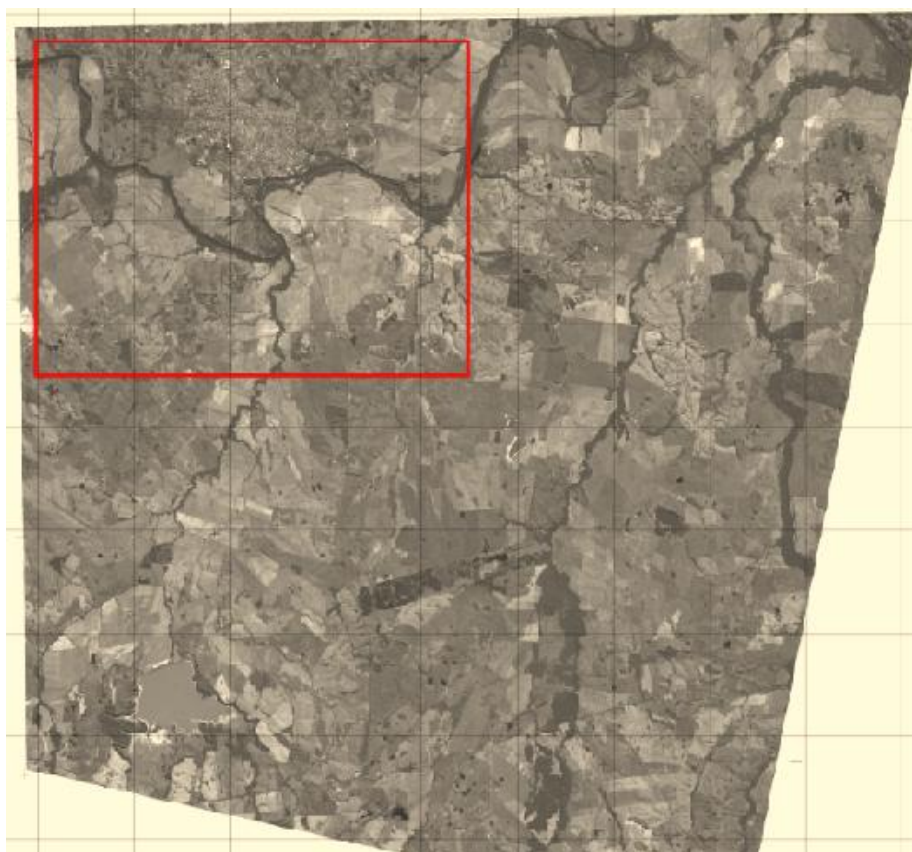


Figura 33: Imagem ortorretificada.

4.7 ATUALIZAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA.

A atualização da base de dados a partir da informação temática foi atualizada através de um processo de fotorinterpretação e digitalização na tela; com informação extraída da imagem ALOS - 12BG, com a rotação orientada par o Norte e já georreferenciada coma grade de projeção UTM (IBGE) que foi ortorretificada e do trabalho de campo.

Para o presente trabalho, foi criada uma estrutura que se subdivide em (3) três partes diferenciadas. Na primeira, temos o preparo e a digitalização da base cartográfica, no segundo o processamento digital da imagem ALOS, e no terceiro as atividades relacionadas ao trabalho de campo.

Em seguida, foi efetuada a vetorização das cartas, no sistema Arcgis 9.2. As categorias digitalizadas consistiram na classe hidrografia, com as subclasses: perene, intermitente, canal de irrigação e corpos d'água sistema; classe de malha viária, com as subclasses: federal, estadual, tráfego permanente, tráfego periódico, trem e caminho; manchas urbanas; relevo: curvas de nível e vegetação. A organização da base cartográfica é a etapa em que foi

realizada a edição entre a carta topográfica, imagem e associação de atributos e simbolização. As figuras 34, 35 e 36 são exemplos da vetorização nos layer's vegetação, malha viária e hidrografia.

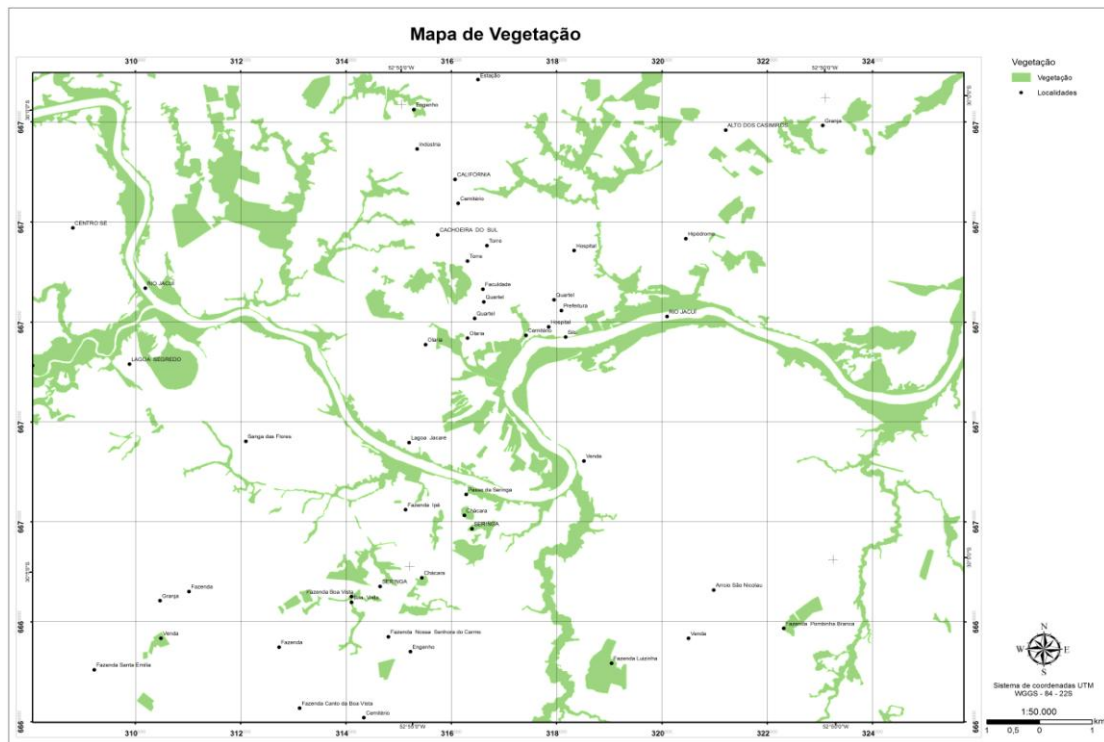


Figura 34: Vetorização da vegetação.

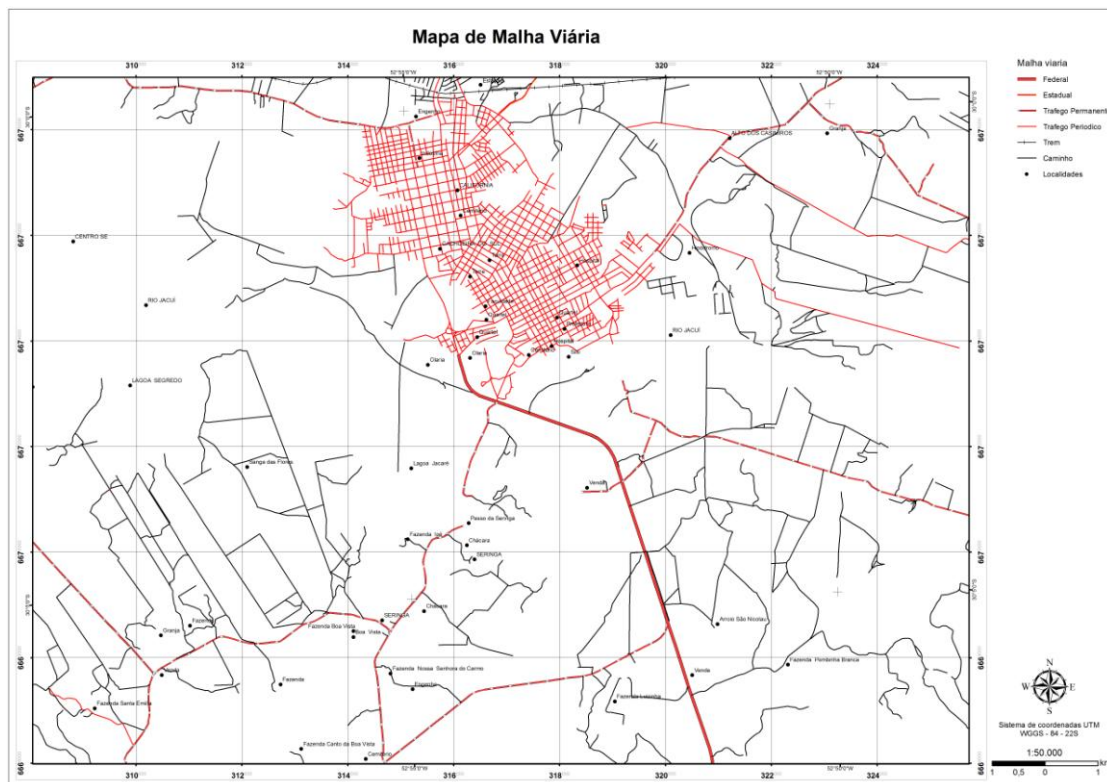


Figura 35: Vetorização da malha viária.

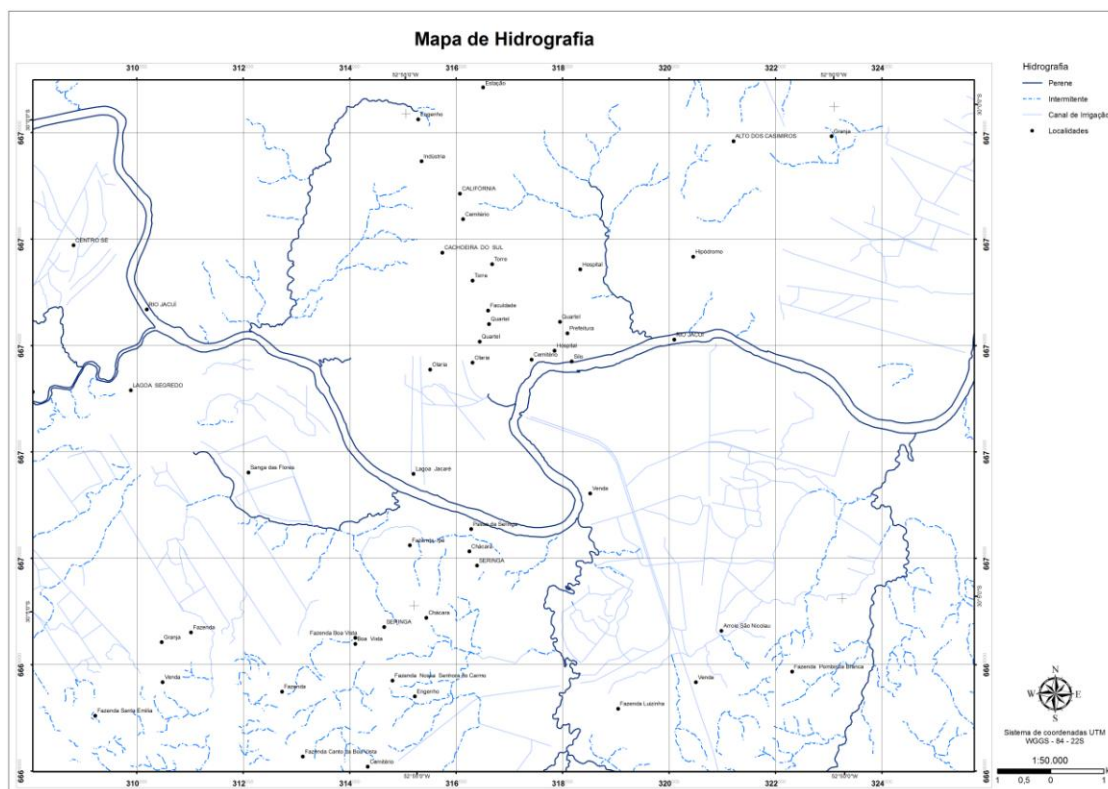


Figura 36: Vetorização da hidrografia.

4.8 VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE POSICIONAL DA CARTA.

Toda e qualquer medida está sujeita aos mais variados tipos de erros, quer seja de natureza grosseira, sistemática ou aleatória (randômica). Tais erros podem ser atribuídos à falibilidade humana, à imperfeição do equipamento ou a influencia das condições ambientais (GEMAEL, 1994).

Os erros grosseiros podem ser facilmente identificados, mas, muitas vezes somente um teste estatístico pode justificar ou não a rejeição de uma variável suspeita de abrigar tal tipo de erro. Os erros sistemáticos, produzidos por causas conhecidas, podem ser evitados e corrigidos posteriormente mediante modelos matemáticos. Já os erros acidentais tendem a ser neutralizados conforme o número de observações cresce.

A correção geométrica tem a função de reorganizar os “pixels” da imagem em relação a um determinado sistema de projeção cartográfica. Ela objetiva minimizar as distorções geométricas, provenientes das características do sensor utilizado e das variações decorrentes do movimento do mesmo durante a passagem sobre o alvo (LUIZ, OLIVEIRA & OKIDA, 2003).

Embora a imagem tenha sido adquirida no modo *Triplet*, no presente estudo foi avaliada apenas a qualidade geométrica da visada Nadir, por ser esta visada a que sofre menor deformação geométrica dentre as três visadas disponíveis.

A partir das coordenadas dos pontos determinados em campo, passou-se à fase de identificação de seus homólogos na imagem. Para isso foi criado um arquivo gráfico destes pontos, que foram reposicionados na imagem a partir dos croquis, fotos e dos eixos das vias traçados. Após este reposicionamento, exportou-se um arquivo com as coordenadas dos pontos para comparação com as coordenadas oriundas do processamento dos dados de campo. A partir das diferenças entre as coordenadas foi calculada a resultante da diferença e, em seguida, sua análise para avaliação da exatidão planimétrica da imagem, bem como sua classificação quanto ao Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC (Tabela 06). O cálculo das distâncias (deslocamentos) entre os pontos foi feito através da raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças entre os pontos. Eq.(1).

As figuras 37e 38 mostram a carta imagem com os pontos do levantamento de campo (vermelho) e os pontos (azul), que não foram os para ortorretificar a imagem, para verificar a qualidade planimétrica.

| CLASSES | TOL. (mm) | EP (mm) | 1: 50.000 | |
|---------|--------------|------------|-----------|--------|
| | | | TOL. (m) | EP (m) |
| A | 0,5 | 0,3 | 25,0 | 15,0 |
| B | 0,8 | 0,5 | 40,0 | 25,0 |
| C | 1,0 | 0,6 | 50,0 | 30,0 |

Tabela 06: Critérios de classificação das cartas topográficas segundo sua exatidão

Planimétrica - PEC. (Fonte: Art. 9º do Decreto nº 89.817 de 20/06/1984).

$$D = ((x_i - x)^2 + (y_i - y)^2)^{1/2} \quad \text{Eq.(1)}$$

Onde:

x_i = coordenada E do ponto da imagem;

x = coordenada E do ponto do terreno;

y_i = coordenada N do ponto da imagem;

y = coordenada N do ponto do terreno.

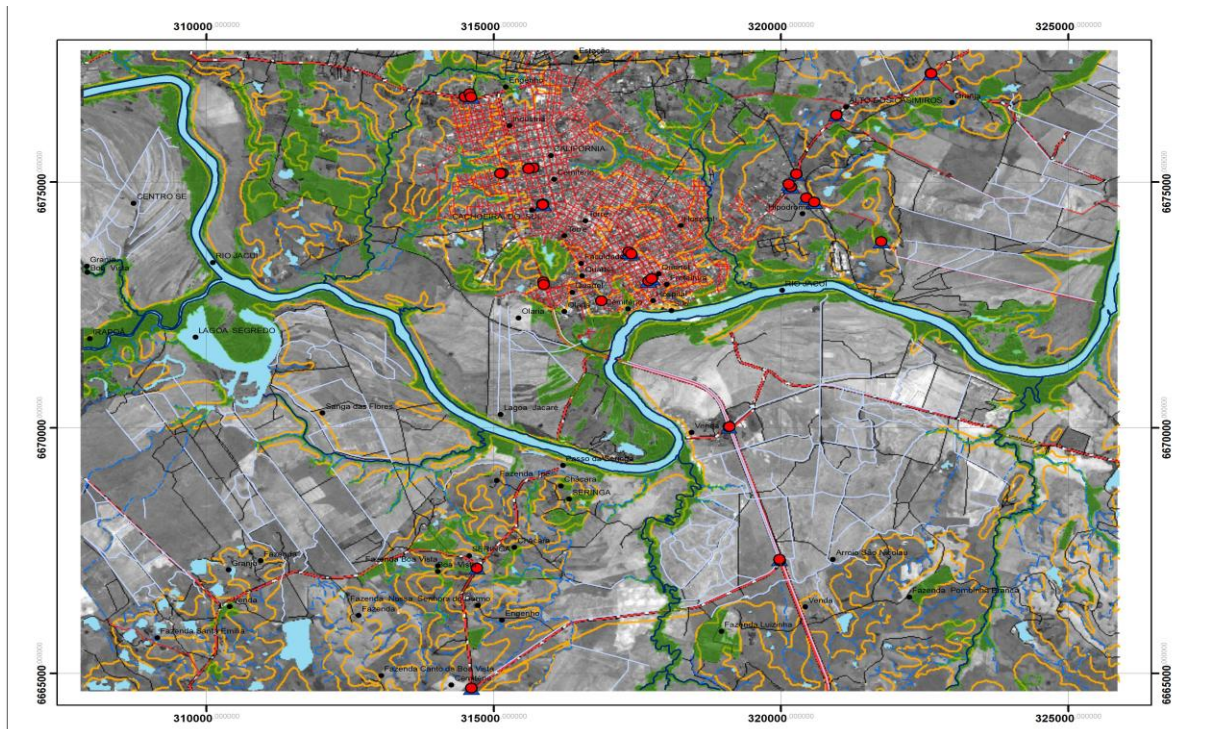


Figura 37: Localização dos pontos do terreno e seus homólogos na imagem.

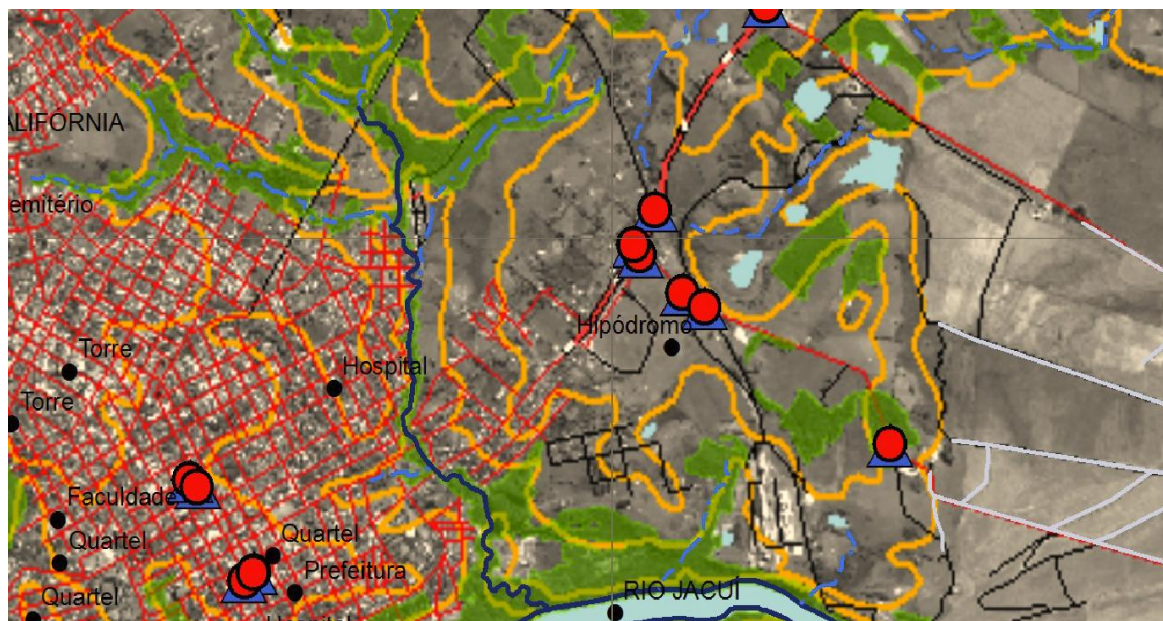


Figura 38: Exemplo com zoom da localização dos pontos de campo e dos pontos para o teste da qualidade da carta.

4.9 ORÇAMENTAÇÃO DO TRABALHO

A realização deste trabalho foi feito com baixo custo devido, os equipamentos disponibilizados pela Universidade, Convênio IGEO/Prefeitura de Porto Alegre e pelos recursos pessoais.

Com o objetivo de avaliar o investimento necessário para execução do projeto e verificar a viabilidade financeira no mercado, foi calculado um orçamento. O orçamento (tabela 07) considera a terceirização de serviços e locação de equipamentos com empresas especializadas.

Verificou-se que a contratação de terceiros corresponde à maior parte dos custos do trabalho. A orçamentação apresentou um custo relativamente baixo e foi baseada apenas em custos, considerando impostos e lucro, o preço total do projeto seria de R\$ 16.435,00 (considerando lucro líquido de 50% e carga de impostos de aproximadamente 17%).

| ORÇAMENTO COM ALUGUEL E CONTRATOS | | | |
|---|-------------------|-----------------------|---------------------|
| Produto/serviço | quantidade | custo unitário | custo final |
| Imagem ALOS 12BG | 1 | R\$ 228,00 | R\$ 228,00 |
| Aluguel de Carro | 3 dias | R\$ 120,00 | R\$ 360,00 |
| Aluguel par GPS Topcon GR3/acessórios | 3 dias | R\$ 400,00 | R\$ 1.200,00 |
| Câmera Fotográfica Simples | 1 | R\$ 400,00 | R\$ 400,00 |
| Aluguel par GPS Epoch/ acessórios | 3 dias | R\$ 350,00 | R\$ 1050,00 |
| Alimentação - 3 pessoas | 3 dias | R\$ 40,00 | R\$ 360,00 |
| Impressão (roteiros com pontos de controle) | 42 pontos | R\$ 1,00 | R\$ 42,00 |
| Computador | 1 | R\$ 2.000,00 | R\$ 200,00 |
| Pacote Microsoft Office | | R\$ 250,00 | R\$ 250,00 |
| Assistentes de campo | 3 dias | R\$ 100,00 | R\$ 300,00 |
| Engenheiro Cartógrafo (campo) | 3 dias | R\$ 200,00 | R\$ 600,00 |
| Engenheiro Cartógrafo (escritório) | 15 dias | R\$ 200,00 | R\$ 3.000,00 |
| Pedágio | | R\$ 24,00 | R\$ 24,00 |
| Diárias de Hotel - 3 pessoas | 2 dias | R\$ 120,00 | R\$ 720,00 |
| Vetorização da Carta | 30 h | R\$ 20,00 | R\$ 600,00 |
| Impressão da Carta Imagem | 1 | R\$ 30,00 | R\$ 30,00 |
| TOTAL | | | R\$ 9.364,00 |

Tabela 07: Custos aproximados para o Trabalho (A mira, Agetoc).

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS E ANÁLISE

Foram determinados em campo 42 (quarenta e dois) pontos identificáveis nas visadas Nadir. Destes 42, utilizou-se 21 pontos identificados na imagem PRISM 1B2G para a avaliação da exatidão planimétrica da imagem, 14 pontos utilizados para a ortorretificação e um utilizado como base para o posicionamento relativo.

A média dos deslocamentos foi de 4,3 m, com desvio padrão de 1,7 m. Os deslocamentos mínimos e máximos foram 2,2 m e 8,5 m, respectivamente. A tabela 08 apresenta as coordenadas E e N do levantamento de campo, as coordenadas da imagem, as diferenças entre elas, os deslocamentos, a média dos deslocamentos e os desvio padrão dos mesmos. As coordenadas E e N de campo foram obtidas pelo processamento com software Topcon tools e as coordenadas da imagem com o Arcgis 9.3.

A tabela 09 apresenta os números de pontos e seus percentuais em intervalos de deslocamentos entre as coordenadas determinadas em campo e sua posição na imagem.

Pela análise (tabela 09) e pelo desvio padrão calculado (1,72 m; tabela 08), verifica-se, segundo o PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica), que a imagem apresenta exatidão planimétrica compatível com a classe A da escala 1:50.000.

| Id | X(E)m | Y(N)m | X'(E)m | Y'(N)m | ΔX | ΔY | D(m) |
|----------------------------|------------|-------------|------------|-------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 319169,408 | 6671330,774 | 319167,949 | 6671333,468 | -1,459 | 2,694 | 3,064 |
| 6 | 320049,314 | 6668631,614 | 320045,774 | 6668635,517 | -3,540 | 3,903 | 5,269 |
| 13 | 314689,507 | 6678039,854 | 314681,674 | 6678039,823 | -7,833 | -0,031 | 7,833 |
| 22 | 321818,337 | 6675096,310 | 321818,171 | 6675101,188 | -0,166 | 4,878 | 4,881 |
| 23 | 320653,110 | 6675901,711 | 320653,077 | 6675904,371 | -0,033 | 2,660 | 2,660 |
| 24 | 320519,589 | 6675985,689 | 320517,986 | 6675989,669 | -1,603 | 3,980 | 4,291 |
| 25 | 322684,769 | 6678522,880 | 322683,348 | 6678525,954 | -1,421 | 3,074 | 3,386 |
| 26 | 322688,932 | 6678515,533 | 322687,699 | 6678519,481 | -1,233 | 3,948 | 4,136 |
| 29 | 320343,056 | 6676472,767 | 320340,194 | 6676474,572 | -2,862 | 1,805 | 3,383 |
| 30 | 320215,349 | 6676267,203 | 320213,244 | 6676270,338 | -2,105 | 3,135 | 3,776 |
| 31 | 320251,698 | 6676207,033 | 320247,112 | 6676214,213 | -4,586 | 7,180 | 8,519 |
| 32 | 317823,634 | 6674344,958 | 317822,158 | 6674347,788 | -1,476 | 2,830 | 3,191 |
| 33 | 317831,959 | 6674349,716 | 317830,912 | 6674352,498 | -1,047 | 2,782 | 2,973 |
| 34 | 317766,944 | 6674296,197 | 317767,061 | 6674298,777 | 0,117 | 2,580 | 2,583 |
| 35 | 317475,994 | 6674852,293 | 317471,853 | 6674853,103 | -4,141 | 0,810 | 4,220 |
| 36 | 317425,552 | 6674884,393 | 317421,251 | 6674889,908 | -4,301 | 5,515 | 6,994 |
| 37 | 315923,364 | 6675861,868 | 315923,086 | 6675864,775 | -0,278 | 2,907 | 2,921 |
| 38 | 315932,541 | 6675854,912 | 315926,796 | 6675853,976 | -5,745 | -0,936 | 5,820 |
| 39 | 315933,578 | 6675864,786 | 315933,543 | 6675867,030 | -0,035 | 2,244 | 2,244 |
| 40 | 314690,320 | 6666011,285 | 314687,562 | 6666014,846 | -2,758 | 3,561 | 4,504 |
| 41 | 314786,417 | 6668457,853 | 314783,081 | 6668459,704 | -3,336 | 1,851 | 3,816 |
| Média D | | | | | -2,3733 | 2,9224 | 4,3078 |
| σ | | | | | 2,1008 | 1,7815 | 1,7273 |

Tabela 08: Coordenadas terreno e imagem médias e desvio padrão.

Id – identificação do ponto;

X(E) – coordenada do ponto no terreno feita por GPS;

Y(N) – coordenada do ponto no terreno feita por GPS;

X'(E) – coordenada do ponto na imagem ortorretificada;

Y'(E) – coordenada do ponto na imagem ortorretificada;

ΔX – diferença em das coordenadas em X;

ΔY – diferença em das coordenadas em Y;

D – deslocamento das coordenadas X e Y;

Média D – média dos deslocamentos;

σ – desvio padrão dos deslocamentos.

| Deslocamento | Nº pontos | Percentual |
|--------------|-----------|------------|
| 0_3 (m) | 5 | 23,81 |
| 0_6 (m) | 18 | 85,71 |
| 0_8 (m) | 20 | 95,24 |
| 0_9 (m) | 21 | 100,00 |

Tabela 09: Percentuais dos pontos de avaliação dentro do intervalo de deslocamento.

Para a avaliação da exatidão da ortoimagem gerada foram utilizados 14 pontos de verificação (pontos de controle), cujas coordenadas foram determinadas no terreno, por GPS, por posicionamento relativo estático rápido, garantindo-se exatidão centimétrica. Os pontos de avaliação escolhidos são bem identificáveis na imagem (Figura 38 e 39) e apresentam-se homoganeamente distribuídos pela área de cobertura da ortoimagem. Deu-se especial atenção para que os pontos coletados em áreas mais nítidas e planas dentre os 41 pontos levantados pelos receptores GPS (Topcon e Epoch). Os pontos utilizados como pontos de controle, não fizeram parte do conjunto de pontos de avaliação.

A Tabela 10 mostra o erro planimétrico da ortoimagem do teste e a escala do mapeamento sistemático ao qual este erro se encaixa considerando o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) classe A, para o trabalho em questão.

| MDE | Ponto de Controle | Pontos de Avaliação | Erro planimétrico (m) | | | PEC |
|------|-------------------|---------------------|-----------------------|-------|------|----------|
| | | | Máximo | Médio | EP | Classe A |
| GDEM | 14 | 21 | 8,5 | 4,3 | 1,73 | 1:50.000 |

Tabela 10: Classificação da cena 1B2G ortorretificada, segundo quantidade de pontos de controle e MDE utilizado.

Sobre os elementos planimétricos, em primeiro lugar cabe mencionar que a identificação e a delimitação das áreas urbanizadas, a vegetação, rede viária, linhas de alta tensão, arruamento intra-urbano, construções rurais e a hidrografia foram feitas de forma bastante satisfatória a partir da informação fornecida pela imagem ALOS, sem que fossem encontradas grandes diferenças nos resultados obtidos.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.

Em relação às conclusões e recomendações finais salientam-se que a imagem comprada através do IBGE não possui os RPCs para poder gerar o Modelo Digital de Elevação e ter sido usado o modelo GDEM com resolução espacial entre 15m e 30m diminui a qualidade geométrica e temática da Carta Imagem.

Entretanto, devido algumas dificuldades enfrentadas (utilizar recursos próprios, falta de licenças de softwares mais adequados e etc.), o principal objetivo, o aprendizado, fora alcançado com êxito, pois muita experiência fora adquirida com as dificuldades e superações adquiridas ao longo do trabalho de atualização cartográfica.

Este trabalho, por ser multidisciplinar, estimula o aprendizado e incentiva a revisão de conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Como várias foram as etapas do processo cartográfico abordadas, a maior parte no aspecto prático, este trabalho contribui muito para a formação profissional e experiência, visto que as situações enfrentadas em muito se assemelham as situações encontradas no mercado de trabalho. Foi gerada uma Carta Imagem de uma parte da imagem em que temos diversas feições como: área urbana, área rural, malha viária, hidrografia e vegetação.

Começando com os pontos de controle com receptores GPS geodésicos se mostrou muito satisfatória para o trabalho (projeto) cartográfico, visto que a resolução espacial do pixel da imagem é maior do que a precisão da escala da carta. As visitas a campo, bem como todo o processo envolvido no posicionamento dos pontos de controle e de avaliação, proporcionou uma importante aproximação da realidade que pode ser enfrentada por um Engenheiro Cartógrafo, visto que foram coletados pontos tanto em zona urbana quanto em zona rural.

A escolha dos pontos de controle a ser levantados se mostrou crucial. A quantidade de pontos e uma boa distribuição dos mesmos nas fotografias são necessárias que estes sejam perfeitamente identificáveis na interface do soft-

ware que realiza a ortorretificação e o cálculo da precisão da carta gerada, e isto requer uma análise visual dos pixels que definem estes pontos.

A geração dos RPCs a partir dos GCPs do terreno com MDE do sensor ASTER não foi uma boa escolha para geração da carta imagem, porque as resoluções espaciais são diferentes a imagem é de alta resolução e os MDE de média resolução. Recomenda-se o uso de um MDE com melhor resolução espacial e distribuição regular dos dados para se ter um produto de melhor acurácia.

A análise dos resultados permite concluir que a metodologia e os materiais utilizados permitiram obter documentos cartográficos atualizados que, no aspecto geométrico e temático que não foi o enfoque principal do trabalho, se aproximam dos requisitos impostos pelas normas cartográficas para as cartas classe A. Neste sentido é importante destacar que, analisando os resultados obtidos com a avaliação realizada, não se considera as outras imagens tenha primazia significativa sobre a imagem em Nadir. Esses resultados também confirmam que, no estágio atual, a escala 1:50.000 é, com algumas restrições nos aspectos geométrico e temático ser condizente com imagens de alta resolução.

Para as presentes condições de trabalho, as principais vantagens decorrentes da utilização de imagens orbitais para os fins propostos residem, então, no baixo custo (quando comparado com as fotos aéreas), na rapidez da metodologia de atualização, na alta resolução temporal das imagens e na brevidade do processo de obtenção de informação atualizada. Cabe refletir que numa época em que as mudanças se sucedem cada vez mais rapidamente essas qualidades também definem a eficiência de uma metodologia, e que a sua presença pode significar a possibilidade de realizar atualizações mais expeditas, porém mais freqüentes que o permitido pela metodologia fotogramétrica tradicional. Também convém ter presente que uma carta que foi publicada há várias décadas podem induzir a enganos a usuários menos informados sobre questões cartográficas, pois tanto o conteúdo informativo como a localização das feições perdem exatidão por causa das mudanças, salvo no caso daqueles elementos que subsistiram sem ter sofrido modificação alguma.

Por tanto, a produção da Carta Imagem está dentro dos padrões das Normas Técnicas da Cartografia Nacional (decreto 89.817) classificada segundo sua exatidão como Classe A. Muitos trabalhos ainda podem ser desenvolvi-

dos, baseados no que já fora feito, como por exemplo: geração do MDE da região com maior precisão, geração de um SIG utilizando a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, atualização da área urbana para uma escala 1:25.000 ou 1:10.000 e etc.

REFERÊNCIAS

IBGE. **Noções básicas de Cartografia.** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/indce.htm. Acesso em: 26 /09/ 2010.

EME-Estado Maior do Exército, 2001, **Manual de Convenções Cartográficas T 34-700.** Brasília, DF.

DSG-Diretoria de Serviço Geográfico, 2002a, **Normas Provisórias para Atualização com Imagem de Satélite – NPAIS.** Brasília, DF.

DSG-Diretoria de Serviço Geográfico, 2002b, **Normas Provisórias para Validação e Estruturação – NPVAD.** Brasília, DF.

IBGE. **Imagens do satélite ALOS.**

Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/alos/default.php>.

Acesso em: 27 /07/ 2010.

ALOS. **JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency, Tóquio, anteriormente NASDA)**

Disponível em: http://events.eoportal.org/get_announce.php?an_id=7446.

Acesso em: 30 /10/ 2010.

d'Alge, J. C. L. **Atualização Cartográfica por imagens de Satélite, Considerações Teóricas e Possibilidades de Implementação.** Divisão de Processamento de Imagens – DPI, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Vergara, O. R. e J.P. Cintra, J.C.L. d'Alge. **Avaliação da exatidão cartográfica de documentos atualizados com imagens orbitais e sistemas de informação geográfica.** Anais do XXII Congresso Brasileiro de Cartografia, Porto Alegre – RS. 2001.

C. Gemael. **Introdução ao Ajustamento de Observações: Aplicações Geodésicas.** Ed. UFPR, Curitiba, 2004.

Monico, J.F.G. **Posicionamento pelo GNSS - GPS: Descrição, Fundamentos e Aplicações, 2ª edição.** UNESP, São Paulo, 2008.

IIBGE. **Avaliação Planialtimétrica de dados, Alos-PRISM.** Estudo de Caso: Itaguaí- RJ. Relatório 2009.

Seabra, V. S; Medeiros, R. D; Cruz, M. B. C. **A Importância da Correção Geométrica de Imagens orbitais na Atualização Cartográfica.** Anais XXI - Congresso Brasileiro de Cartografia, 2003.

SIRGAS. Sistema de Referencias Geocentrico para as Américas.
Disponível em: <http://www.sirgas.org/index.php?id=61>.
Acesso em: 15 /11/ 2010.

ASF. Alaska Satellite Facility.
Disponível em: http://www.asf.alaska.edu/downloads/software_tools.
Acesso em: 30/11/ 2010.

7. ANEXOS

7.1 RELATÓRIO DOS PONTOS DE CONTROLE

Control Points Report

Coordinate File: F:___A\warp.cor

Input Layer Name: alpsmn174824205-

Design File Name: F:___A\Pontos_Controlre_Terrestre.dgn

Summary: Number of Points: 14 (none withheld)

Degrees of Freedom: 22

Standard Error: 1,4363

Point with Highest SSE: 17

Model: Affine

Control Point List:

Point #: 2
Control x,y (mu): 329347,7800 6670115,1600
Input x,y (pix): 11035,6712 7547,6324
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): 0,6422 -2,5844
SSE: 2,6630

Point #: 3
Control x,y (mu): 314687,5600 6666014,8500
Input x,y (pix): 5172,6752 9189,5564
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): -0,3374 0,9027
SSE: 0,9637

Point #: 4
Control x,y (mu): 322683,3500 6678525,9500
Input x,y (pix): 8370,3792 4184,9524
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): -0,2183 0,1373
SSE: 0,2579

Point #: 7
Control x,y (mu): 319167,9500 6671333,4700
Input x,y (pix): 6964,0752 7062,3924
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): 0,8373 1,5631
SSE: 1,7732

Point #: 8
Control x,y (mu): 319181,9100 6671336,5000
Input x,y (pix): 6969,6032 7060,8484
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): 0,9757 0,7340
SSE: 1,2209

Point #: 10
Control x,y (mu): 314783,0800 6668459,7000
Input x,y (pix): 5211,0152 8210,6564
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): -0,7863 -1,7046
SSE: 1,8772

Point #: 12
Control x,y (mu): 315944,7500 6674228,6000
Input x,y (pix): 5674,5912 5904,5884
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): 1,5636 1,6247
SSE: 2,2549

Point #: 14
Control x,y (mu): 316945,5500 6673896,8100
Input x,y (pix): 6075,3112 6036,4164
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): 0,4711 -0,4721
SSE: 0,6670

Point #: 15
Control x,y (mu): 317471,8600 6674853,1000
Input x,y (pix): 6286,7112 5654,4084
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): -1,8179 0,7631
SSE: 1,9715

Point #: 16
Control x,y (mu): 321036,6400 6677675,3300
Input x,y (pix): 7711,5192 4525,8564
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): 0,4358 1,6981
SSE: 1,7531

Point #: 17
Control x,y (mu): 315769,1000 6676604,1400
Input x,y (pix): 5606,2392 4953,8524
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): -3,2937 0,0986
SSE: 3,2951

Point #: 19
Control x,y (mu): 320340,2100 6676474,5800
Input x,y (pix): 7433,3072 5005,3364
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): -0,3366 -0,3113
SSE: 0,4585

Point #: 20
Control x,y (mu): 308799,6000 6679532,2800
Input x,y (pix): 2817,2552 3782,4324
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): 0,2822 -1,2246
SSE: 1,2567

Point #: 21
Control x,y (mu): 308799,6100 6679532,2800
Input x,y (pix): 2816,7392 3782,4324
Weight x,y: 1,0000 1,0000
Residual x,y (mu): 1,5823 -1,2247
SSE: 2,0009

7.2 RELATÓRIO DO PROCESSAMENTO DO LEVANTAMENTO DE CAMPO UTILIZANDO O SOFTWARE TOPCON TOOLS.

Project Summary

Project name: Projeto Oliveira 29_11.ttp
Surveyor:
Comment:
Linear unit: Meters
Projection: UTMSouth-Zone_22 : 54W to 48W
Geoid:

Adjustment Summary

Adjusted Components Count: 6
Component Points: P11, P12, P14, ...
Adjustment type: Plane + Height, Minimal constraint
Confidence level: 95 %
Number of adjusted points: 26
Number of plane control points: 1
Number of used GPS vectors: 44
A posteriori plane UWE: 0,5317162 , Bounds: (0,7757465 , 1,223658)
Number of height control points: 1
A posteriori height UWE: 1,044393 , Bounds: (0,6847973 , 1,314894)

Component Points: P33, P34, P32
Adjustment type: Plane + Height, Inner constraint
Confidence level: 95 %
Number of adjusted points: 3
Number of plane control points: 0
Number of used GPS vectors: 3
A posteriori plane UWE: 1,525752 , Bounds: (0,1590597 , 1,920937)
Number of height control points: 0
A posteriori height UWE: 2,373304 , Bounds: (3,130495E-02 , 2,240536)

Component Points: P30, P31, P29
Adjustment type: Plane + Height, Inner constraint
Confidence level: 95 %
Number of adjusted points: 3
Number of plane control points: 0
Number of used GPS vectors: 3
A posteriori plane UWE: 0,3755901 , Bounds: (0,1590597 , 1,920937)
Number of height control points: 0
A posteriori height UWE: 1,742681 , Bounds: (3,130495E-02 , 2,240536)

Component Points: P37, P39, P38
 Adjustment type: Plane + Height, Inner constraint
 Confidence level: 95 %
 Number of adjusted points: 3
 Number of plane control points: 0
 Number of used GPS vectors: 3
 A posteriori plane UWE: 0,3365393 , Bounds: (0,1590597 , 1,920937)
 Number of height control points: 0
 A posteriori height UWE: 0,7082515 , Bounds: (3,130495E-02, 2,240536)

Component Points: P40, P41
 Adjustment type: Plane + Height, Inner constraint
 Confidence level: 95 %
 Number of adjusted points: 2
 Number of plane control points: 0
 Number of used GPS vectors: 1
 A posteriori plane UWE: 1 , Bounds: (1 , 1)
 Number of height control points: 0
 A posteriori height UWE: 1 , Bounds: (1 , 1)

Component Points: P35, P36
 Adjustment type: Plane + Height, Inner constraint
 Confidence level: 95 %
 Number of adjusted points: 2
 Number of plane control points: 0
 Number of used GPS vectors: 1
 A posteriori plane UWE: 1 , Bounds: (1 , 1)
 Number of height control points: 0
 A posteriori height UWE: 1 , Bounds: (1 , 1)

Used GPS Observations

| Name | dN (m) | dE (m) | dHt (m) | Horizontal Precision (m) | Vertical Precision (m) |
|---------|-----------|-----------|---------|--------------------------|------------------------|
| B00-P01 | -2563,342 | 2222,396 | -25,156 | 0,002 | 0,004 |
| B00-P02 | -2560,316 | 2236,358 | -25,144 | 0,093 | 0,155 |
| B00-P03 | -3781,653 | 12402,227 | 36,668 | 0,006 | 0,012 |
| B00-P04 | -5287,039 | 3112,018 | -22,777 | 0,002 | 0,004 |
| B00-P06 | -5261,291 | 3100,22 | -23,037 | 0,007 | 0,011 |
| B00-P06 | -5261,28 | 3100,219 | -23,032 | 0,014 | 0,024 |
| B00-P07 | 331,782 | -1000,785 | 2,51 | 0,007 | 0,022 |
| B00-P08 | 381,446 | -1007,273 | 2,751 | 0,002 | 0,004 |
| B00-P09 | 5720,072 | -8345,504 | -24,187 | 0,029 | 0,053 |
| B00-P10 | 5720,067 | -8345,511 | -23,913 | 0,008 | 0,015 |
| B00-P11 | 5673,917 | -8222,715 | -25,633 | 0,004 | 0,008 |
| B00-P12 | 5635,473 | -8145,956 | -25,58 | 0,004 | 0,008 |

| | | | | | |
|---------|----------|-----------|--------|-------|-------|
| B00-P13 | 4143,014 | -2263,879 | 15,307 | 0,002 | 0,005 |
| B00-P14 | 4147,631 | -2371,238 | 15,065 | 0,019 | 0,055 |
| B00-P15 | 4215,905 | -2285,912 | 14,692 | 0,003 | 0,007 |
| B00-P16 | 2599,19 | -1716,031 | 21,397 | 0,004 | 0,006 |
| B00-P17 | 2592,501 | -1752,072 | 19,618 | 0,004 | 0,006 |
| B00-P18 | 2587,9 | -1735,308 | 20,976 | 0,002 | 0,003 |
| B00-P19 | 2699,406 | -1263,177 | 43,827 | 0,002 | 0,003 |
| B00-P20 | 2688,761 | -1261,367 | 44,412 | 0,005 | 0,01 |
| B00-P21 | 2707,335 | -1176,45 | 52,169 | 0,005 | 0,009 |
| B00-P22 | 1204,379 | 4872,617 | -2,145 | 0,008 | 0,039 |
| B00-P23 | 2007,562 | 3707,526 | 4,671 | 0,006 | 0,013 |
| B00-P24 | 2092,858 | 3572,431 | 8,16 | 0,006 | 0,012 |
| B00-P25 | 4629,145 | 5737,795 | 19,891 | 0,01 | 0,018 |
| B00-P26 | 4622,671 | 5742,146 | 19,804 | 0,007 | 0,013 |
| P01-P02 | 3,035 | 13,96 | 0,006 | 0,005 | 0,007 |
| P02-P03 | -1221,34 | 10165,874 | 61,808 | 0,011 | 0,018 |
| P04-P06 | 25,748 | -11,795 | -0,23 | 0,028 | 0,044 |
| P04-P06 | 25,745 | -11,797 | -0,255 | 0,002 | 0,003 |
| P07-P08 | 49,667 | -6,485 | 0,25 | 0,001 | 0,002 |
| P10-P11 | -46,14 | 122,776 | -1,741 | 0,023 | 0,035 |
| P11-P12 | -38,449 | 76,757 | 0,064 | 0,009 | 0,019 |
| P13-P14 | 4,617 | -107,363 | -0,212 | 0,001 | 0,002 |
| P13-P15 | 72,891 | -22,033 | -0,596 | 0,002 | 0,005 |
| P14-P15 | 68,274 | 85,327 | -0,408 | 0,002 | 0,004 |
| P16-P17 | -6,689 | -36,042 | -1,771 | 0,002 | 0,002 |
| P16-P18 | -11,289 | -19,275 | -0,413 | 0,002 | 0,003 |
| P17-P18 | -4,598 | 16,766 | 1,368 | 0,002 | 0,003 |
| P19-P20 | -10,647 | 1,81 | 0,585 | 0,003 | 0,006 |
| P19-P21 | 7,925 | 86,73 | 8,351 | 0,002 | 0,004 |
| P20-P21 | 18,571 | 84,919 | 7,753 | 0,005 | 0,011 |
| P23-P24 | 85,298 | -135,091 | 3,481 | 0,001 | 0,003 |
| P25-P26 | -6,473 | 4,351 | -0,067 | 0,002 | 0,004 |
| P29-P30 | -204,236 | -126,952 | 6,182 | 0,011 | 0,022 |
| P29-P31 | -260,359 | -93,082 | 8,343 | 0,003 | 0,005 |
| P30-P31 | -56,127 | 33,865 | 2,1 | 0,016 | 0,026 |
| P32-P33 | 4,7 | 8,746 | -0,489 | 0,012 | 0,025 |
| P32-P34 | -49,01 | -55,095 | -0,164 | 0,007 | 0,012 |
| P33-P34 | -53,723 | -63,862 | 0,406 | 0,012 | 0,02 |
| P35-P36 | 36,805 | -50,603 | 0,824 | 0,007 | 0,018 |
| P37-P38 | -10,796 | 3,721 | 0,014 | 0,039 | 0,084 |
| P37-P39 | 2,255 | 10,456 | 0,178 | 0,009 | 0,013 |
| P38-P39 | 13,054 | 6,748 | 0,103 | 0,011 | 0,02 |
| P40-P41 | 2444,859 | 95,52 | 21,109 | 0,002 | 0,004 |

GPS Observation Residuals

| Name | dN (m) | dE (m) | dHt (m) | Horizontal Precision (m) | Vertical Precision (m) |
|---------|-----------|-----------|---------|--------------------------|------------------------|
| B00-P01 | -2563,342 | 2222,396 | -25,156 | 0,002 | 0,004 |
| B00-P02 | -2560,316 | 2236,358 | -25,144 | 0,093 | 0,155 |
| B00-P03 | -3781,653 | 12402,227 | 36,668 | 0,006 | 0,012 |
| B00-P04 | -5287,039 | 3112,018 | -22,777 | 0,002 | 0,004 |
| B00-P06 | -5261,291 | 3100,22 | -23,037 | 0,007 | 0,011 |
| B00-P06 | -5261,28 | 3100,219 | -23,032 | 0,014 | 0,024 |
| B00-P07 | 331,782 | -1000,785 | 2,51 | 0,007 | 0,022 |
| B00-P08 | 381,446 | -1007,273 | 2,751 | 0,002 | 0,004 |
| B00-P09 | 5720,072 | -8345,504 | -24,187 | 0,029 | 0,053 |
| B00-P10 | 5720,067 | -8345,511 | -23,913 | 0,008 | 0,015 |
| B00-P11 | 5673,917 | -8222,715 | -25,633 | 0,004 | 0,008 |
| B00-P12 | 5635,473 | -8145,956 | -25,58 | 0,004 | 0,008 |
| B00-P13 | 4143,014 | -2263,879 | 15,307 | 0,002 | 0,005 |
| B00-P14 | 4147,631 | -2371,238 | 15,065 | 0,019 | 0,055 |
| B00-P15 | 4215,905 | -2285,912 | 14,692 | 0,003 | 0,007 |
| B00-P16 | 2599,19 | -1716,031 | 21,397 | 0,004 | 0,006 |
| B00-P17 | 2592,501 | -1752,072 | 19,618 | 0,004 | 0,006 |
| B00-P18 | 2587,9 | -1735,308 | 20,976 | 0,002 | 0,003 |
| B00-P19 | 2699,406 | -1263,177 | 43,827 | 0,002 | 0,003 |
| B00-P20 | 2688,761 | -1261,367 | 44,412 | 0,005 | 0,01 |
| B00-P21 | 2707,335 | -1176,45 | 52,169 | 0,005 | 0,009 |
| B00-P22 | 1204,379 | 4872,617 | -2,145 | 0,008 | 0,039 |
| B00-P23 | 2007,562 | 3707,526 | 4,671 | 0,006 | 0,013 |
| B00-P24 | 2092,858 | 3572,431 | 8,16 | 0,006 | 0,012 |
| B00-P25 | 4629,145 | 5737,795 | 19,891 | 0,01 | 0,018 |
| B00-P26 | 4622,671 | 5742,146 | 19,804 | 0,007 | 0,013 |
| P01-P02 | 3,035 | 13,96 | 0,006 | 0,005 | 0,007 |
| P02-P03 | -1221,34 | 10165,874 | 61,808 | 0,011 | 0,018 |
| P04-P06 | 25,748 | -11,795 | -0,23 | 0,028 | 0,044 |
| P04-P06 | 25,745 | -11,797 | -0,255 | 0,002 | 0,003 |
| P07-P08 | 49,667 | -6,485 | 0,25 | 0,001 | 0,002 |
| P10-P11 | -46,14 | 122,776 | -1,741 | 0,023 | 0,035 |
| P11-P12 | -38,449 | 76,757 | 0,064 | 0,009 | 0,019 |
| P13-P14 | 4,617 | -107,363 | -0,212 | 0,001 | 0,002 |
| P13-P15 | 72,891 | -22,033 | -0,596 | 0,002 | 0,005 |
| P14-P15 | 68,274 | 85,327 | -0,408 | 0,002 | 0,004 |
| P16-P17 | -6,689 | -36,042 | -1,771 | 0,002 | 0,002 |
| P16-P18 | -11,289 | -19,275 | -0,413 | 0,002 | 0,003 |
| P17-P18 | -4,598 | 16,766 | 1,368 | 0,002 | 0,003 |
| P19-P20 | -10,647 | 1,81 | 0,585 | 0,003 | 0,006 |
| P19-P21 | 7,925 | 86,73 | 8,351 | 0,002 | 0,004 |
| P20-P21 | 18,571 | 84,919 | 7,753 | 0,005 | 0,011 |

| | | | | | |
|---------|----------|----------|--------|-------|-------|
| P23-P24 | 85,298 | -135,091 | 3,481 | 0,001 | 0,003 |
| P25-P26 | -6,473 | 4,351 | -0,067 | 0,002 | 0,004 |
| P29-P30 | -204,236 | -126,952 | 6,182 | 0,011 | 0,022 |
| P29-P31 | -260,359 | -93,082 | 8,343 | 0,003 | 0,005 |
| P30-P31 | -56,127 | 33,865 | 2,1 | 0,016 | 0,026 |
| P32-P33 | 4,7 | 8,746 | -0,489 | 0,012 | 0,025 |
| P32-P34 | -49,01 | -55,095 | -0,164 | 0,007 | 0,012 |
| P33-P34 | -53,723 | -63,862 | 0,406 | 0,012 | 0,02 |
| P35-P36 | 36,805 | -50,603 | 0,824 | 0,007 | 0,018 |
| P37-P38 | -10,796 | 3,721 | 0,014 | 0,039 | 0,084 |
| P37-P39 | 2,255 | 10,456 | 0,178 | 0,009 | 0,013 |
| P38-P39 | 13,054 | 6,748 | 0,103 | 0,011 | 0,02 |
| P40-P41 | 2444,859 | 95,52 | 21,109 | 0,002 | 0,004 |


Control Points

| Name | Grid Northing (m) | Grid Easting (m) | Elevation (m) | Code |
|------|-------------------|------------------|---------------|------|
| B00 | 6673896,81 | 316945,553 | 62,186 | |

Adjusted Points

| Name | Grid Northing (m) | Grid Easting (m) | Elevation (m) | Code |
|------|-------------------|------------------|---------------|------|
| P01 | 6671333,468 | 319167,949 | 37,03 | |
| P02 | 6671336,502 | 319181,909 | 37,037 | |
| P03 | 6670115,158 | 329347,781 | 98,852 | |
| P04 | 6668609,772 | 320057,571 | 39,408 | |
| P06 | 6668635,517 | 320045,774 | 39,153 | |
| P07 | 6674228,589 | 315944,765 | 64,687 | |
| P08 | 6674278,256 | 315938,281 | 64,937 | |
| P09 | 6679616,882 | 308600,049 | 37,999 | |
| P10 | 6679616,876 | 308600,045 | 38,276 | |
| P11 | 6679570,728 | 308722,838 | 36,551 | |
| P12 | 6679532,282 | 308799,597 | 36,607 | |
| P13 | 6678039,823 | 314681,674 | 77,49 | |
| P14 | 6678044,44 | 314574,312 | 77,282 | |
| P15 | 6678112,714 | 314659,641 | 76,881 | |
| P16 | 6676495,999 | 315229,521 | 83,576 | |
| P17 | 6676489,309 | 315193,48 | 81,802 | |
| P18 | 6676484,711 | 315210,246 | 83,165 | |
| P19 | 6676596,216 | 315682,376 | 106,011 | |
| P20 | 6676585,57 | 315684,186 | 106,599 | |
| P21 | 6676604,142 | 315769,105 | 114,36 | |
| P22 | 6675101,188 | 321818,171 | 60,041 | |
| P23 | 6675904,371 | 320653,077 | 66,861 | |
| P24 | 6675989,669 | 320517,986 | 70,342 | |
| P25 | 6678525,954 | 322683,348 | 82,065 | |

| | | | |
|-----|-------------|------------|---------|
| P26 | 6678519,481 | 322687,699 | 81,997 |
| P29 | 6676474,572 | 320340,194 | 64,648 |
| P30 | 6676270,338 | 320213,244 | 70,855 |
| P31 | 6676214,213 | 320247,112 | 72,99 |
| P32 | 6674347,788 | 317822,158 | 81,961 |
| P33 | 6674352,498 | 317830,912 | 81,429 |
| P34 | 6674298,777 | 317767,061 | 81,807 |
| P35 | 6674853,103 | 317471,853 | 66,133 |
| P36 | 6674889,908 | 317421,251 | 66,957 |
| P37 | 6675864,775 | 315923,086 | 116,706 |
| P38 | 6675853,976 | 315926,796 | 116,777 |
| P39 | 6675867,03 | 315933,543 | 116,883 |
| P40 | 6666014,846 | 314687,562 | 72,302 |
| P41 | 6668459,704 | 314783,081 | 93,411 |

| | | | |
|---|--|------|---|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME | P01 | DATA | 16/11/2010 |
| DATUM | | | |
| CROQUI | | | <p>DESCRIÇÃO</p> <p>O ponto 01 foi materializado no centro da estrada não pavimentada com o alinhamento direito do acostamento da BR 153 sentido cidade - BR290</p> |
| LOCALIZAÇÃO |  | | |

| | | | |
|---|-----|------|---|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME | P02 | DATA | 16/11/2010 |
| DATUM | | | |
| CROQUI | | | DESCRIÇÃO O ponto 02 foi materializado no centro da estrada não pavimentada com o alinhamento esquerdo do acostamento da BR 153 sentido cidade - BR290 |

LOCALIZAÇÃO



| | | | |
|---|-----|------|--|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME | P03 | DATA | 16/11/2010 |
| DATUM | | | |
| CROQUI | | | DESCRIÇÃO O ponto 03 foi colocado a 11Km do ponto 02 no cruzamento entre essa estrada não pavimentada e outra perpendicular a mesma. |

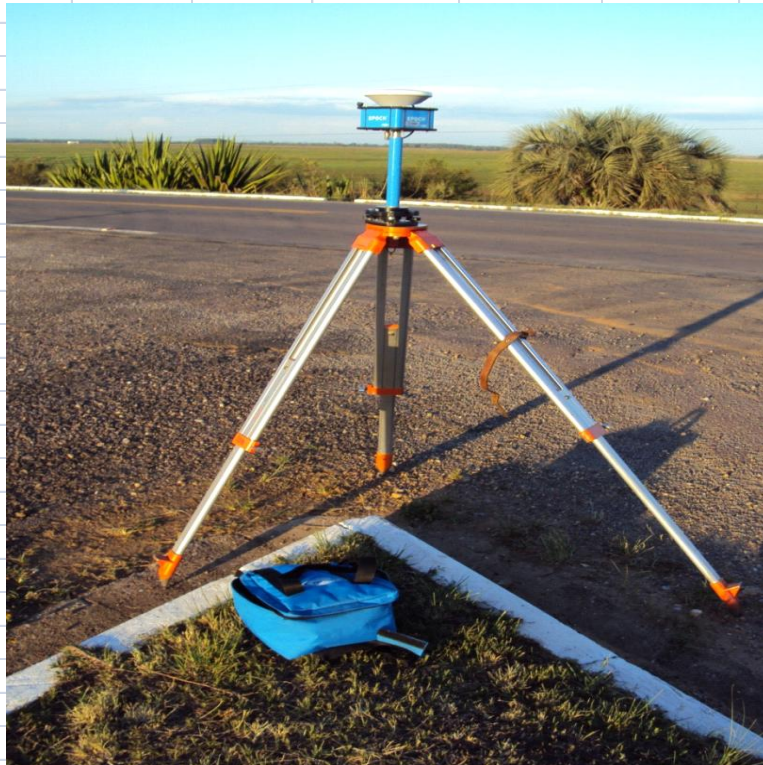
LOCALIZAÇÃO





| | | | |
|--|-----|--|------------|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME | P05 | DATA | 16/11/2010 |
| DATUM | | | |
| CROQUI | | DESCRIÇÃO O ponto 05 foi materializado no mesmo triangulo de entrada só que do lado oposto do ponto 04. | |
| LOCALIZAÇÃO | | | |
|  | | | |


| | | | |
|-------|--------|---|--|
| | | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | |
| | | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | |
| | | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | |
| | | ESTAÇÃO GPS | |
| NOME | P06 | DATA | 16/11/2010 |
| DATUM | | | |
| | CROQUI | | DESCRIÇÃO |
| | | | O ponto foi materializado na junção de um canteiro da mesma entrada da BR153 dos pontos 04 e 05. Uma distancia 6,25 m do ponto 05. |


LOCALIZAÇÃO



| | |
|--|---|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | |
| INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | |
| CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | |
| ESTAÇÃO GPS | |
| NOME | P08 |
| DATA | 16/11/2010 |
| DATUM | |
| CROQUI | DESCRIÇÃO |
| | O ponto é materializado na Junção do canteiro central da Av. Marcelo Gama BR153 após viaduto. |
| LOCALIZAÇÃO | |
|  | |

| | | | |
|--|--------|------|---|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME | P09 | DATA | 17/11/2010 |
| DATUM | | | |
| | CROQUI | | DESCRIÇÃO O ponto 09 foi materializado no meio fio do canteiro que faz o encontro entre a estrada p/ Ferreira e a estrada p/Passo de São Lourenço. |
| LOCALIZAÇÃO | | | |
|  | | | |

| | | | | | |
|--|---|------|------------|--|--|
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | | |
| | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | | |
| | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | | |
| | ESTAÇÃO GPS | | | | |
| NOME | P10 | DATA | 17/11/2010 | | |
| DATUM | CROQUI | | | | |
| | | | | <p>DESCRIÇÃO</p> <p>O ponto 10 foi materializado no meio fio na parte mais afilada do canteiro que faz o encontro entre a estrada p/ Ferreira e a estrada p/Passo de São Lourenço.</p> | |
| LOCALIZAÇÃO | | | | | |
|  | | | | | |

| | | | | | |
|--|--------|---|------------|--|--|
| | | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| | | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| | | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| | | ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME | P12 | DATA | 17/11/2010 | | |
| DATUM | | | | | |
| | CROQUI | | | DESCRIÇÃO | |
| | | | | O ponto é materializado no início do corrimão da ponte sobre o Arroio do Ferreira. | |
| LOCALIZAÇÃO | | | | | |
|  | | | | | |

| | | | | | |
|-------|---|------|------------|--|--|
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | | |
| | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | | |
| | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | | |
| | ESTAÇÃO GPS | | | | |
| NOME | P15 | DATA | 17/11/2010 | | |
| DATUM | | | | | |
| | CROQUI | | | DESCRIÇÃO | |
| | | | | O ponto foi materializado na ponta mais externa do meio fio no sentido perpendicular ao ponto 13, e 14 na rua Augusto Wilhelm com a BR153 sentido Santa Maria. | |

LOCALIZAÇÃO



| | | | | | |
|-------|---|------|------------|--|--|
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | | |
| | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | | |
| | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | | |
| | ESTAÇÃO GPS | | | | |
| NOME | P16 | DATA | 17/11/2010 | | |
| DATUM | | | | | |
| | CROQUI | | | DESCRIÇÃO | |
| | | | | O ponto foi materializado no centro do canteiro da rotetória da Av. Marcelo Gama(BR153) com a rua Ricardo Schaurich. | |


LOCALIZAÇÃO




| | | | | | |
|---------------|--------|---|------------|--|--|
| | | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| | | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| | | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| | | ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME DATUM | P17 | DATA | 17/11/2010 | | |
| | CROQUI | | | DESCRIÇÃO | |
| | | | | O ponto foi materializado numa das pontas do canteiro lateral da rotetória da Av. Marcelo Gama(BR153) com a rua Ricardo Schaurich. | |

LOCALIZAÇÃO



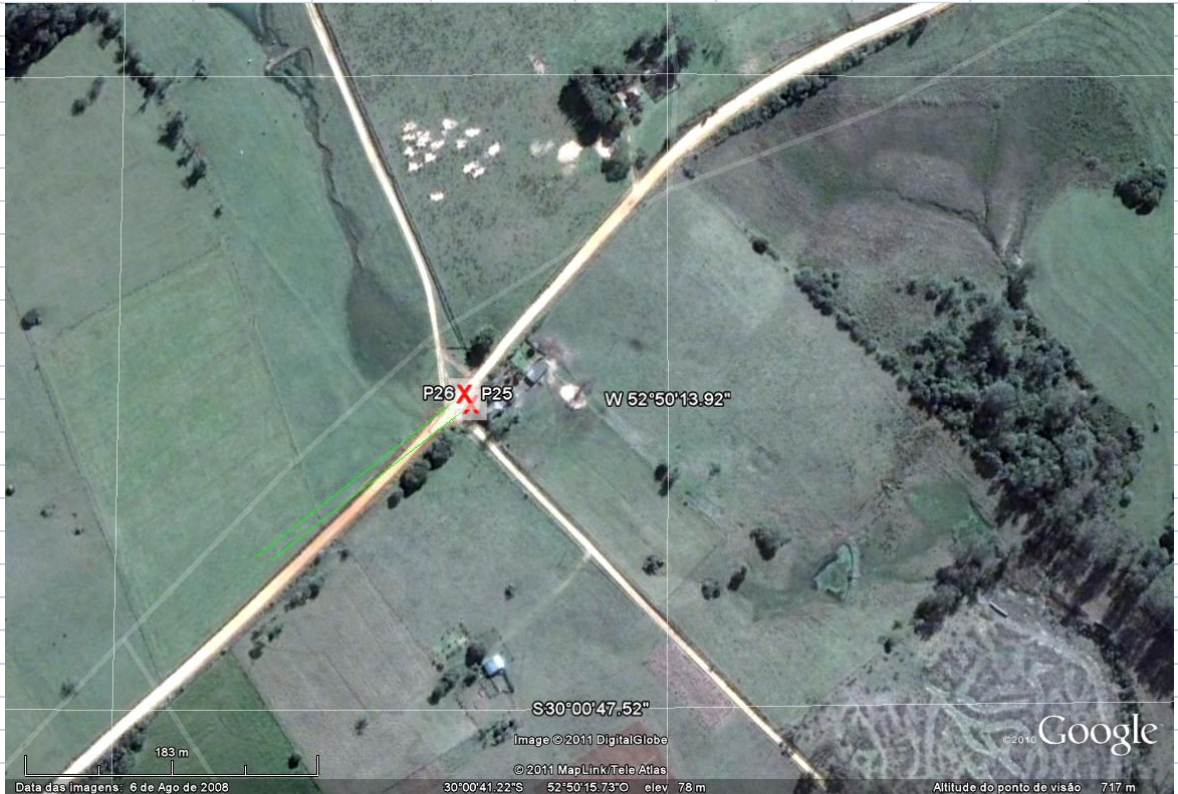
| | | | | | | |
|-------------|-----|---|---|--|--|--|
| | | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | | |
| | | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | | |
| | | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | | |
| | | ESTAÇÃO GPS | | | | |
| NOME | P18 | DATA | 17/11/2010 | | | |
| DATUM | | | | | | |
| CROQUI | | | DESCRIÇÃO O ponto foi materializado no meio fio do no mesmo canteiro do ponto 17 lateral da rotetória da Av. Marcelo Gma(BR153) com a rua Ricardo Schaurich. | | | |
| LOCALIZAÇÃO | | |  | | | |

| | | | | | |
|--|--------|---|------------|---|--|
| | | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| | | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| | | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| | | ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME DATUM | P21 | DATA | 17/11/2010 | | |
| | CROQUI | | | DESCRIÇÃO | |
| | | | | O ponto 21 foi materializado no cruzamento entre a rua Marcilio Dias e a rua Ricardo Saurich. | |
| LOCALIZAÇÃO | | | | | |
|  | | | | | |

| | | | |
|--|-----|-----------|--|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME | P22 | DATA | 17/11/2010 |
| DATUM | | | |
| CROQUI | | DESCRIÇÃO | O ponto 22 ficou materializado ao lado do mata mata burro na bifurcação da estrada do Capão Grande com a rua Lagoa Schedit |
| LOCALIZAÇÃO | | | |
|  | | | |

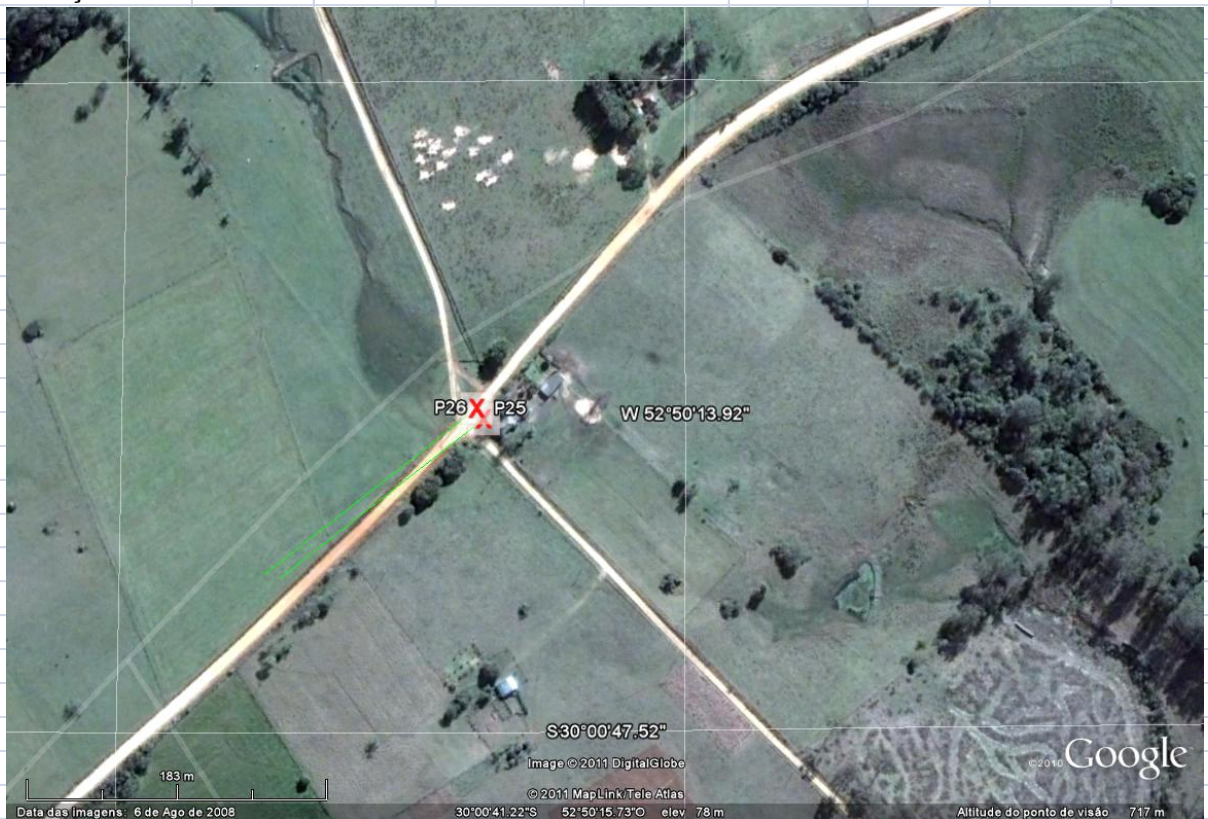
| | | | |
|-------|---|------|--|
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | |
| | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | |
| | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | |
| | ESTAÇÃO GPS | | |
| NOME | P25 | DATA | 17/11/2010 |
| DATUM | | | |
| | CROQUI | | DESCRIÇÃO |
| | | | O ponto 25 foi materializado no meio do início da estrada não pavimentada com av. Orlando da Cunha Carlos também com revestimento primário (seixo rolado) Imagem do Google Earth, por não ter a foto digital do ponto. |

LOCALIZAÇÃO



| | | | |
|-------|--------|--|------------|
| | | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | |
| | | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | |
| | | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | |
| | | ESTAÇÃO GPS | |
| NOME | P26 | DATA | 17/11/2010 |
| DATUM | CROQUI | DESCRIÇÃO | |
| | | O ponto 26 foi materializado no lado oposto do P25 na av. Orlando da Cunha Carlos de revestimento primário (seixo rolado ou piçarra) | |
| | | Imagem do Google Earth, por não ter a foto digital do ponto. | |

LOCALIZAÇÃO




| | | | | | |
|--|--------|---|------------|---|--|
| | | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| | | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| | | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| | | ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME | P28 | DATA | 17/11/2010 | | |
| DATUM | | | | | |
| | CROQUI | | | DESCRIÇÃO | |
| | | | | O ponto foi materializado no meio da estrada não pavimentada próximo há dois galpões e perpendicular a av. Orlanda da Cunha Carlos e também de frente para um Lago. | |
| LOCALIZAÇÃO | | | | | |
|  | | | | | |


| | | | |
|---|-----|------|--|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME | P30 | DATA | 17/11/2010 |
| DATUM | | | |
| CROQUI | | | DESCRIÇÃO |
| | | | O ponto foi materializado no meio fio próximo a parte final do Hipódromo e início da Estrada Capão Grande. |

LOCALIZAÇÃO



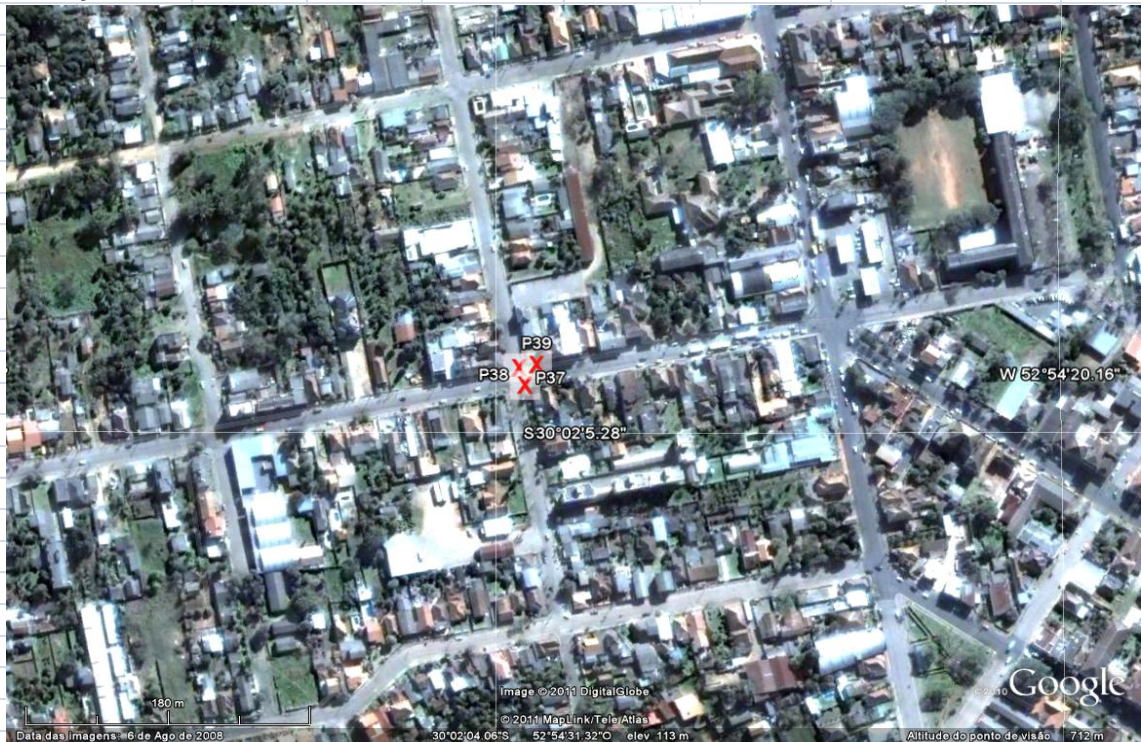
| | |
|--|--|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | |
| INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | |
| CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | |
| ESTAÇÃO GPS | |
| NOME | P31 |
| DATA | 17/11/2010 |
| DATUM | |
| CROQUI | DESCRIÇÃO O ponto 31 foi materializado no pilar de concreto que no lado esquerdo do sentido da corrida dos cavalos (Hipódromo de Cachoeira do Sul). |
| LOCALIZAÇÃO | |
|  | |

| | | | |
|--|-----|---|--|
| | | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | |
| | | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | |
| | | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | |
| | | ESTAÇÃO GPS | |
| NOME DATUM | P36 | DATA | 17/11/2010 |
| CROQUI | | DESCRIÇÃO | o ponto foi materializado no centro da quadra poliesportiva da praça José Bonifácio. |
| LOCALIZAÇÃO | | | |
|  | | | |

| | |
|---|---|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | |
| INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | |
| CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | |
| ESTAÇÃO GPS | |
| NOME | P37 |
| DATA | 17/11/2010 |
| DATUM | |
| CROQUI | <p>DESCRIÇÃO</p> <p>O ponto foi materializado no encontro das ruas Marcílio Dias e Bento Gonçalves no alinhamento das calçadas.</p> |
| LOCALIZAÇÃO |  |

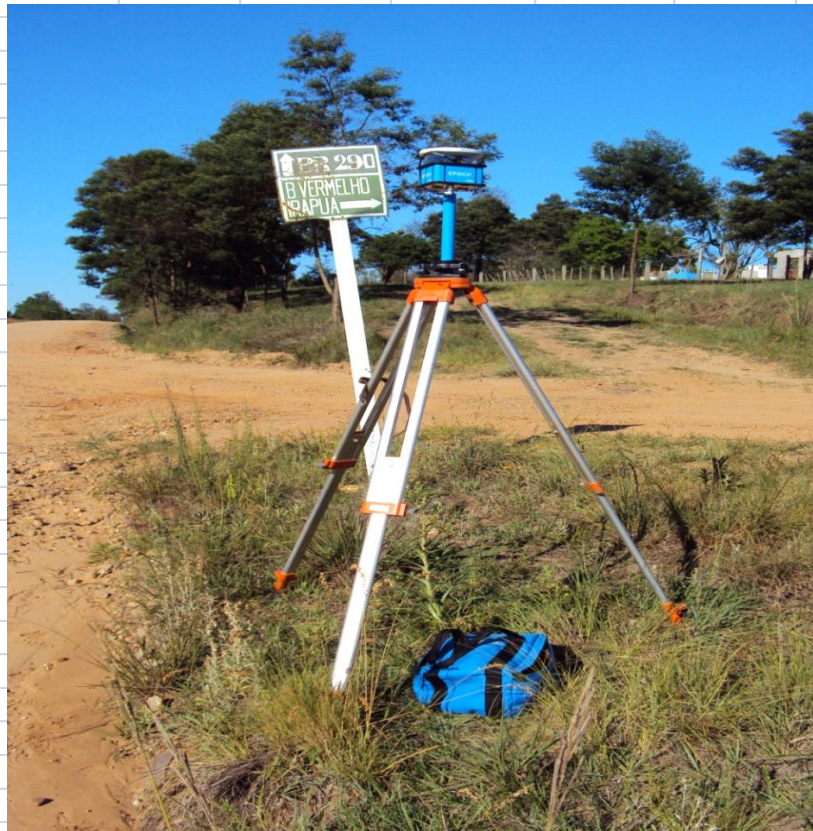
| | | | |
|-------|---|------|---|
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | |
| | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | |
| | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | |
| | ESTAÇÃO GPS | | |
| NOME | P39 | DATA | 17/11/2010 |
| DATUM | | | |
| | CROQUI | | DESCRIÇÃO |
| | | | O ponto 39 foi materializado no encontro das ruas Marcelio Dias e Bento Gonçalves no alinhamento do ponto 37. |
| | | | Imagem do Google, por não ter a foto digital. |


LOCALIZAÇÃO



| | | | | | |
|-------|---|------|------------|---|--|
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | | |
| | INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | | |
| | CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | | |
| | ESTAÇÃO GPS | | | | |
| NOME | P40 | DATA | 18/11/2010 | | |
| DATUM | | | | | |
| | CROQUI | | | DESCRIÇÃO | |
| | | | | O ponto foi materializado no canteiro da RS075 na bifurcação para o bairro Vermelho e Irapuã e na frente de um pequeno cemitério. | |

LOCALIZAÇÃO



| | | | |
|--|-----|--|------------|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | | | |
| INSTITUTO GEOCIÊNCIAS | | | |
| CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRAFICA | | | |
| ESTAÇÃO GPS | | | |
| NOME | P41 | DATA | 18/11/2010 |
| DATUM | | | |
| CROQUI | | DESCRIÇÃO | |
| | | O ponto 41 foi materializado no inicio do canteiro das ruas paralelas que vão para os bairros Vermelho e Irapuã. | |
| LOCALIZAÇÃO | | | |
|  | | | |

7.4 CROQUIS DOS PONTOS (Levantamento de campo – estações GPS)

| | | | | |
|--|-------------|---|------------|----------|
| Alt. 149m Top com Vande N ^o 619 | ESTAÇÃO GPS | | | |
| | NOME: | B00 | DATA: | 16/11/10 |
| | LATITUDE: | | LONGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | | | |
| | Hora | 17:25 | 20:30 | |
| CROQUI | | DESCRIÇÃO | | |
| | | Humo da praça dentro do 3 ^o BE Cub Ten. tel. João Carlos de Vilagran Cabrita | | |
| LOCALIZAÇÃO | | | | |
| P02 → 1,77 P01 → 1,79 | ESTAÇÃO GPS | | | |
| | NOME: | P01, P02 | DATA: | 16/11/10 |
| | LATITUDE: | | LONGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | | | |
| | Hora | 18:00 | 18:55 | |
| CROQUI | | DESCRIÇÃO | | |
| | | | | |
| LOCALIZAÇÃO | | | | |

Topcon (618)

| ESTAÇÃO GPS | | DATA: |
|-------------|----------------------|------------------|
| NOME: | P03 | 16/11/10 |
| LATITUDE: | | LOINGITUDE: |
| ALT. GEOM | | PRECISÃO: |
| ALT. ORTO | | PRECISÃO: |
| DATUM: | início Hora 18:35 | Termino 18:50 |

Altura Antena
P03 - 1,86m

| CROQUI | DESCRIÇÃO |
|--------|-------------------------------|
| | 90654 Km 90643 Km 11 Km |

LOCALIZAÇÃO

| ESTAÇÃO GPS | | DATA: |
|-------------|--|------------------|
| NOME: | P04/P05/P06 | 16/11/10 |
| LATITUDE: | | LOINGITUDE: |
| ALT. GEOM | | PRECISÃO: |
| ALT. ORTO | | PRECISÃO: |
| DATUM: | início P04 19:18 P05 19:18 P06 19:25 | Termino 19:45 |

Topcon epoch (346)
epoch (347)

| CROQUI | DESCRIÇÃO |
|--------|--------------------|
| | BR 290 3 pontos |

LOCALIZAÇÃO

epoch (306) → Topcon (618)

| | | | | |
|---|-------------|--|------------------|--|
| P07-1,545 P08-1,509 | ESTAÇÃO GPS | | | 16/11/10 |
| | NOME: | P07 / P08 | DATA: | |
| | LATITUDE: | | LONGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | inicio Hora 20:00 | Termino 20:18 | |
| CROQUI | 20:03 | 20:19 | DESCRÇÃO | |
| | | | | Trecho entrada da cidade |
| LOCALIZAÇÃO | | | | |
| P09-1,825 P10-1,485 P11-2,02 P12-1,74 | ESTAÇÃO GPS | | | 19/11/10 |
| | NOME: | P09 / P10 / P11 / P12 | DATA: | |
| | LATITUDE: | | LONGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | ① 9:28 → 10:00 ② 8:56 → 9:21 ⑩ 09:01 → 9:25 ⑪ 09:15 → 09:41 | | |
| CROQUI | | | DESCRÇÃO | |
| | | | | <p>original do estado</p> <p>Igreja com l. recêntrica</p> <p>P10 + de 50 anos</p> <p>parte não existe no mapa</p> <p>Tiveram construir a ponte</p> |
| LOCALIZAÇÃO | | | | |
| 69 - 100 5300 (6r) 53 - 4 x 81 86 | | | | |

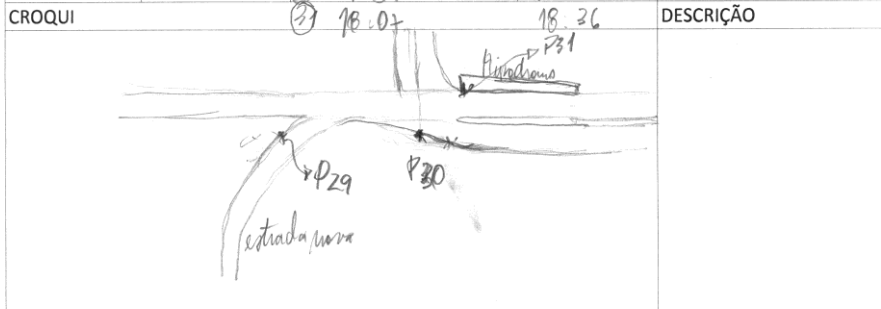
- 517 (top. con.)

| ESTAÇÃO GPS | | | | |
|---|-------------|-----------------|------------|-----------|
| B00+1575 | NOME: | B00 | DATA: | 12/11/10 |
| | LATITUDE: | | LONGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | | | |
| | início | 8:22 | 12:50 | |
| CROQUI | 14:57 | 21:00 | DESCRİÇÃO | 3º BE Unb |
| LOCALIZAÇÃO | | | | |
| <p style="text-align: center;"> <i>epoch (276)</i> <i>epoch (619)</i> <i>epoch (277)</i> </p> | | | | |
| 13-1,68m 14-1,70m 15-1,598m | ESTAÇÃO GPS | | | |
| | NOME: | P13 / P14 / P15 | DATA: | 17/11/10 |
| | LATITUDE: | | LONGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | 10:24 | 10:53 | |
| CROQUI | 10:24 | 10:43 | DESCRİÇÃO | |
| | 10:29 | 10:50 | | |
| | | | | |
| LOCALIZAÇÃO | | | | |

| | | ESTAÇÃO GPS ^{E 216 E 216} T 618 | | DATA: | 17/11/10 |
|--|-----------|--|-------|-------------|-----------|
| 16-1,79 17-1,793 18-2,01 | NOME: | P16 / P17 / P18 | | | |
| | LATITUDE: | | | LOINGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | início | 11:12 | 11:50 | |
| | | 11:18 | 11:52 | | |
| | | 11:21 | 11:55 | | |
| CROQUI | | | | | DESCRIÇÃO |
| | | | | | BR 153 |
| LOCALIZAÇÃO | | | | | |
| | | ESTAÇÃO GPS ^{E 217 E 217} E 217 | | DATA: | 17/11/10 |
| 19-1,93 20-1,867 21-1,89 | NOME: | P19 / P20 / P21 | | | |
| | LATITUDE: | | | LOINGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | | 12:08 | 12:32 | |
| | | 12:21 | 12:37 | | |
| | | 12:07 | 12:28 | | |
| CROQUI | | | | | DESCRIÇÃO |
| | | | | | |
| LOCALIZAÇÃO | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Torre - Gps empilhado - faltando proteção da antena da Top.com. | | | | | |

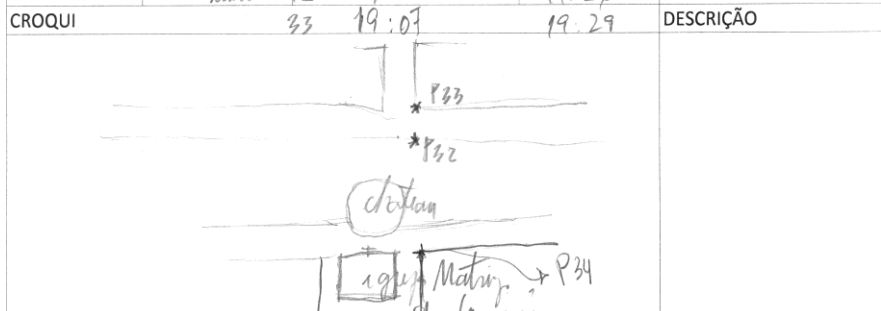
| ESTAÇÃO GPS E(347) E(347) | | | |
|---|---|------------------------------|----------------|
| P/22 → 1,89 23 → 1,80 24 → 1,885 | NOME: | P22/P23/P24 E(347) E(346) | DATA: 17/11/10 |
| | LATITUDE: | | LONGITUDE: |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: |
| | DATUM: | | |
| CROQUI | início (22) 15:38 15:58 (23) 16:07 16:24 (24) 16:11 16:28 | | DESCRIÇÃO |
| | | | |
| LOCALIZAÇÃO | | | |
| ESTAÇÃO GPS E(347) E(346) E(347) | | | |
| 25-1,81 26-1,815 27-1,835 28-1,845 | NOME: | P25/P26/P27/P28 | DATA: 17/11/10 |
| | LATITUDE: | | LONGITUDE: |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: |
| | DATUM: | | |
| CROQUI | início (25) 17:26 17:49 (26) 17:25 17:42 (27) 16:45 17:02 (28) 16:49 17:08 | | DESCRIÇÃO |
| | | | |
| LOCALIZAÇÃO | | | |
| pontos 25 e 26 sem fotos | | | |
| P28 na frente do acervo | | | |

| ESTAÇÃO GPS | | | | |
|---------------------------------|-----------|--|-------------------------|----------|
| 27-1,834 30-1,830 31-2,04 | NOME: | P29 / P30 / P31 E(346) | DATA: | 17/11/10 |
| | LATITUDE: | | LOINGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT.ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | início P29 18:03 P30 17:59 P31 18:02 | 18:18 18:24 18:26 | |



LOCALIZAÇÃO

| ESTAÇÃO GPS | | | | |
|------------------------------------|-----------|-----------------------------|----------------|----------|
| P-32-1,90 P-33-1,91 34-2,139 | NOME: | P32 / P33 / P34 E(346) | DATA: | 17/11/10 |
| | LATITUDE: | | LOINGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT.ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | 34 19:23 início 32 19:02 | 19:38 19:26 | |



LOCALIZAÇÃO

| | | ESTAÇÃO GPS | | 4/11/10 |
|--------------------------------------|---------------|----------------|-------------|---------|
| 35.1844 36-2.139 36 | NOME: | P35 / P36 | DATA: | |
| | LATITUDE: | E(246) / 19:59 | LOINGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: início | 65 19:59 | 20:15 | |
| | 80 19:58 | 20:15 | | |

| CROQUI | DESCRIÇÃO |
|-------------|--|
| | |
| LOCALIZAÇÃO | <p>→ Sítio Super</p> <p>↑ E(246) ↑ E(246) ↑ E(246)</p> |

| | | ESTAÇÃO GPS | | 4/11/10 |
|----------------------------|---------------|-----------------|-------------|---------|
| 37.162 38-192 37-180 | NOME: | P37 / P38 / P39 | DATA: | |
| | LATITUDE: | | LOINGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: início | 37 8:31 | 21:14 | |
| | 38 8:31 | 21:00 | | |
| | 39 8:31 | 21:07 | | |

| CROQUI | DESCRIÇÃO |
|--------|-----------|
| | |

| LOCALIZAÇÃO |
|-------------|
| → Prodomina |

| | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------|----------|
| 40.189 41-4255 | ESTAÇÃO GPS E(376) | | | 18/11/10 |
| | NOME: | P40 / P41 E(47) | DATA: | |
| | LATITUDE: | | LONGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | WGS 84 | 8:20 | 8:55 |
| | | 8:29 | 8:47 | |
| CROQUI | | DESCRIÇÃO | | |
| | | | | |
| LOCALIZAÇÃO | | | | |
| | ESTAÇÃO GPS | | | |
| | NOME: | | DATA: | |
| | LATITUDE: | | LONGITUDE: | |
| | ALT. GEOM | | PRECISÃO: | |
| | ALT. ORTO | | PRECISÃO: | |
| | DATUM: | | | |
| | | | | |
| CROQUI | | DESCRIÇÃO | | |
| LOCALIZAÇÃO | | | | |

7.5 EDIÇÃO DA CARTA IMAGEM DA ÁREA DE ESTUDO DE CACHOEIRA DO SUL - RS

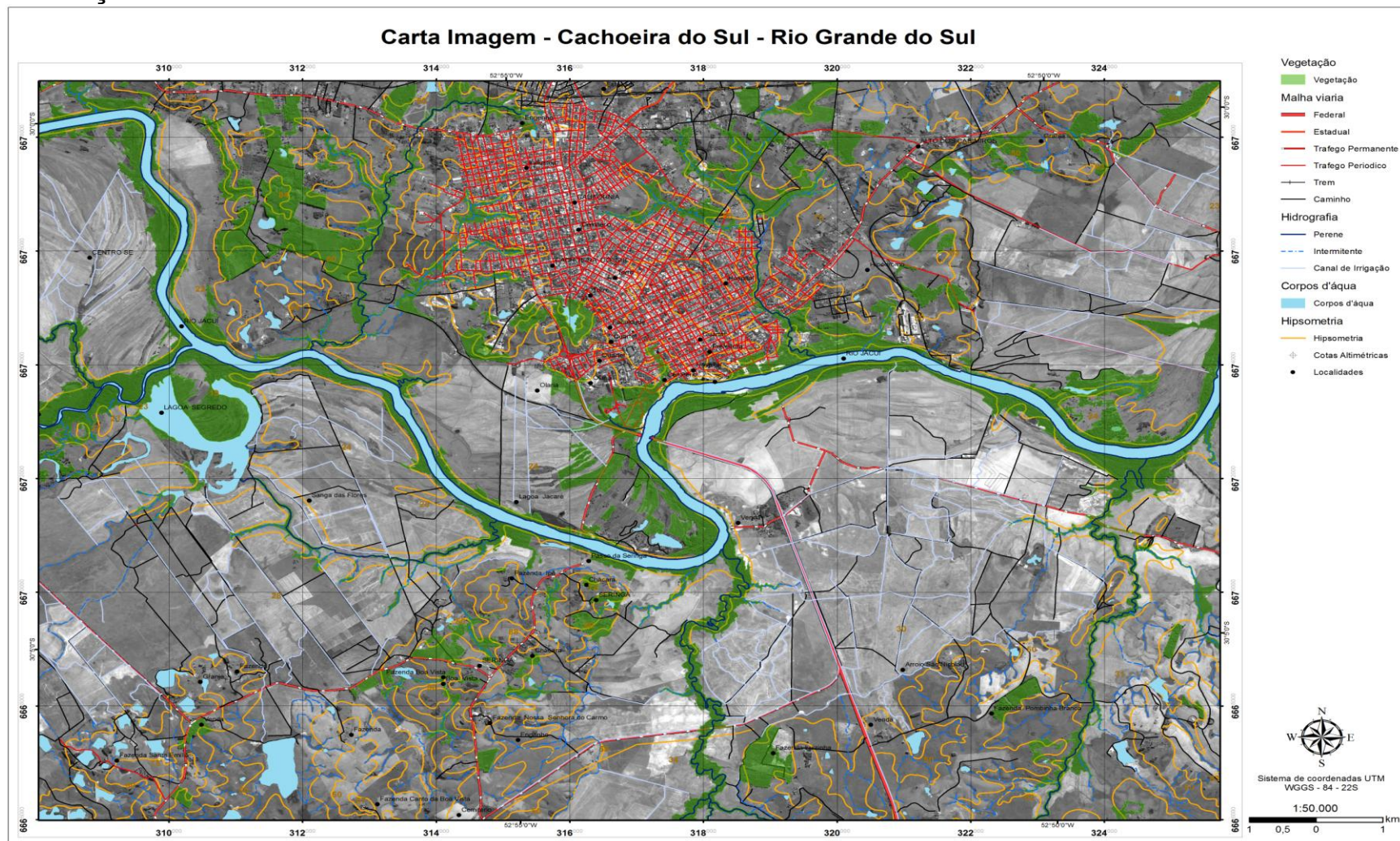


Figura 39: Edição Carta Imagem da área de estudo de Cachoeira do Sul – RS (10/06/2011)