

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO ESTADUAL DE PESQUISAS EM SENSORIAMENTO REMOTO E  
METEOROLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E  
METEOROLOGIA

**ANÁLISE QUANTITATIVA DE PONTOS DE  
CONTROLE PARA CORREÇÃO GEOMÉTRICA  
DE IMAGENS ORBITAIS**

RAPHAEL BATISTA DO PATROCÍNIO

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo dos Santos da Rocha

Porto Alegre (RS), Junho de 2004

Dissertação elaborada como requisito parcial para a  
obtenção do grau de mestre em Sensoriamento Remoto,  
área de concentração em Cartografia.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me dado força e disposição nos momentos difíceis para a realização desse trabalho.

Agradeço especialmente aos meus pais, Lucinda e Taciano pelo amor, incentivo, força, dedicação que sempre me deram.

As minhas irmãs, Luciana e Renata, obrigado pela paciência, força, carinho e disponibilidade.

As minhas tias Eunice e Inês, pelas palavras carinhosas e pelos sábios conselhos nos momentos mais difíceis.

A CAPES pela concessão da bolsa durante a realização do trabalho.

Ao professor Dr. Ronaldo dos Santos da Rocha pela paciência, dedicação e confiança depositada na realização desse trabalho.

Ao professor Dr Francisco Humberto Simões Magro e Dr. Sérgio Florêncio de Souza pelos sábios conselhos e ensinamentos.

Aos amigos Fabrício e Roberto, pela força que me deram disponibilizando tempo para trabalho em campo.

A grande amiga Graciela, que sempre esteve junto nos momentos que mais precisei.

Ao Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela total confiança.

Aos demais que direta e indiretamente contribuíram para a realização desse projeto e que me apoiaram nas horas mais difíceis.

## SUMÁRIO

FOLHA DE ROSTO.....	I
AGRADECIMENTOS.....	II
SINOPSE.....	VI
ABSTRACT.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX

### **CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO.**

1.1 Considerações Introdutórias.....	1
1.2 Objetivos do Trabalho.....	3
1.3 Organização do Trabalho.....	4

### **CAPÍTULO II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.**

2.1 Introdução.....	5
2.2 Histórico.....	7
2.3 Fontes de Dados Espaciais.....	8
2.4 Geometria na Imagem, Retificação e Registro.....	10
2.4.1 Introdução.....	10
2.4.2 Fontes de distorção geométrica.....	12
2.4.3 Correção geométrica.....	14
2.4.3.1 Transformação Baseada no Modelo de Geometria Orbital.....	14
2.4.3.2 Transformação Baseada em Pontos de Controle (relação matemática).....	15
2.4.4 Correção das Distorções Radiométricas.....	20
2.5 Sistema de Posicionamento Global (GPS).....	25

2.5.1 Segmento Espacial.....	25
2.5.2 Segmento Controle.....	27
2.5.3 Segmento Utilitário.....	28
2.5.4 Técnicas de Posicionamento GPS.....	28
2.5.4.1 Posicionamento Relativo Estático.....	29
2.5.4.2 Posicionamento Relativo Estático Rápido.....	29
2.5.4.3 Posicionamento Relativo Semicinemático.....	30
2.5.4.4 Posicionamento Relativo Cinemático.....	30
2.6 Ajustamento de Observações.....	30
2.7 Definição da Quantidade de Pontos de Controle.....	32
2.7.1 Tipos de Amostragem.....	33

### **CAPÍTULO III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.**

3.1 Localização Geográfica.....	35
3.2 Escolha da Área de Estudo.....	36
3.3 Materiais e Métodos.....	36
3.4 Softwares.....	36
3.5 Desenvolvimento da Metodologia.....	40
3.5.1 Imagem.....	41
3.5.2 Processamento da Imagem.....	45
3.5.2.1 Realce.....	46
3.5.2.2 Filtragem das Freqüências Espaciais.....	46
3.5.3 Tamanho da Amostra.....	48
3.5.4 Coleta dos Pontos de Controle.....	49
3.5.5 Correção Geométrica da Imagem.....	53

3.5.6 Análise de Variância (Comparação entre médias).....	56
3.5.7 Teste de Normalidade.....	58
3.5.8 Teste de Homogeneidade de Variância (Teste de Levene).....	60
3.5.9 Testes de Comparações Múltiplas de Médias.....	61
 <b>CAPÍTULO IV – RESULTADOS.</b>	
4.1 Tamanho da Amostra.....	63
4.2 Análise de Variância e Testes de Comparação Múltiplas de Médias.....	64
4.2.1 Teste de Normalidade.....	65
4.2.2 Teste de Homogeneidade de Variância.....	67
 <b>CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.</b>	
5.1 Conclusões.....	74
5.2 Recomendações.....	75
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>76</b>

## **SINOPSE**

Neste trabalho será feita uma análise da quantidade de pontos de controle para correção geométrica de imagens, mais especificamente, do satélite CBERS-I, utilizando o sensor CCD, através de análises estatísticas para o cálculo da quantidade de pontos e estudo quantitativo através da análise de variância da média dos resíduos obtidos de amostras de tamanhos variados. Os pontos de controle foram coletados com receptor GPS e foi utilizado um modelo polinomial de segunda ordem para a correção geométrica da imagem.

Os resultados experimentais obtidos na análise da média para o cálculo da quantidade de pontos mostram que o erro residual tende a se estabilizar para a quantidade de pontos definidos pela estatística. Apresenta-se ao final, considerações iniciais sobre a aplicação desta proposta para diversos outros sensores, permitindo um maior aproveitamento destes na atualização cartográfica e na geração de cartas imagens.

## **ABSTRACT**

In this work, will be done a quantitative analysis of control points to geometric image correction of CBERS-I satellite, using a CCD sensor, with statistical techniques to compute the quantity of points and quantitative application over analysis of variance from residuals obtained to different size of samples. The control points were collected with GPS receptor and polynomial model of second order was used to geometric image correction.

The experimental results obtained on analysis of means to compute the quantity of points show that residual error have a tendency to stabilize for quantity of points defined by statistic. It is introduced in the final, initial considerations about application using this proposal for many other sensors, permitting a real utilization from this to actualization of Brazilian cartographic to generation image maps.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Espectro Eletromagnético.....	7
Figura 2 Constelação de Satélites GPS.....	26
Figura 3 Distribuição dos Satélites.....	26
Figura 4 Área de Estudo.....	35
Figura 5 Fluxograma.....	40
Figura 6 Cena Inteira composição colorida RGB (432) – Porto Alegre.....	43
Figura 7 Composição Colorida de uma Parte da Cena, mostrando a pista principal do aeroporto Salgado Filho / Porto Alegre – RS.....	44
Figura 8 Corte da Imagem – Banda 3 (43/26 Km).....	45
Figura 9 Imagem filtrada no domínio de Fourier.....	47
Figura 10 Imagem Original.....	47
Figura 11 Distribuição dos Pontos de controle na imagem.....	50
Figura 12 Gráfico do nº de pontos em função dos resíduos.....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Pontos coletados com GPS e suas respectivas precisões.....	52
Tabela 2 Pontos de Controle coletados em campo e calculados na imagem.....	55
Tabela 3 Análise de Variância.....	57
Tabela 4 <i>Critical Values of the Normal PPCC for testing if data come from a Normal Distribution</i> .....	58
Tabela 5 Etapas no cálculo do coeficiente de correlação r.....	65
Tabela 6 Erro Médio Quadrático (valores em pixel).....	67
Tabela 7 Raiz Quadrada dos Erros Médios Quadráticos ( $Y_{ij}$ ).....	67
Tabela 8 Valores de $Z_{ij}$ .....	68
Tabela 9 Anova.....	69
Tabela 10 Diferença para amostra de 15 pontos.....	70
Tabela 11 Diferença para amostra de 20 pontos.....	70
Tabela 12 Diferença para amostra de 25 pontos.....	71
Tabela 13 Diferença para amostra de 30 pontos.....	71
Tabela 14 Diferença para amostra de 35 pontos.....	71
Tabela 15 Diferença para amostra de 40 pontos.....	72
Tabela 16 Diferença para amostra de 45 pontos.....	72



## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

### 1.1-Considerações Introdutórias

Com o desenvolvimento da informática, várias ferramentas para captura, armazenamento, processamento e apresentação das informações geográficas amarradas a um sistema de referência e cartográfico estão surgindo. Para que isso seja possível, vários sistemas de informação vêm sendo concebidos e implantados. A aquisição de dados para esses sistemas de informação, contudo, representam o maior custo, quando da implantação dos mesmos. Existem várias técnicas para a obtenção de dados, tais como: topografia, fotogrametria, GPS - *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global), digitalização em tela ou em mesa e o Sensoriamento Remoto.

O sensoriamento remoto, dentre as metodologias citadas anteriormente, consiste no levantamento de dados referentes a objetos localizados na superfície terrestre, sem que haja contato físico entre eles. Além disso, todas as informações são obtidas periodicamente, de modo que, constantemente, pode-se fazer uma adequação dos resultados obtidos em datas anteriores, cobertura de uma ampla área de estudo e o acompanhamento em áreas de difícil acesso. Nas últimas décadas, com o advento do sensoriamento remoto orbital, tornou-se possível o monitoramento da evolução espacial e temporal das mudanças na cobertura da superfície terrestre. Fenômenos como queimadas, desmatamentos, expansão urbana e mudança na cobertura vegetal passaram a ser estudados de forma mais objetiva e abrangente graças ao desenvolvimento de pesquisas em áreas como, por exemplo, Sistemas de Informações Geográficas, Processamento de Imagens Digitais, entre outras.

As imagens geradas por sensores remotos, sejam elas fotos ou imagens de satélite, são sujeitas a uma série de distorções espaciais, não possuindo, portanto precisão cartográfica quanto ao posicionamento dos objetos nelas representados. A extração de qualquer tipo de informação numa imagem proveniente de um sensor, tais como distâncias, áreas e orientação de direções, requer o conhecimento de um modelo matemático entre os espaços objeto e imagem. Desta forma, a extração de feições em imagens orbitais, seja para produção ou atualização cartográfica, pode ser feita

quando a localização dos detalhes presentes na imagem é determinada em algum sistema de projeção cartográfica e de referência.

Para que a precisão cartográfica seja introduzida nas imagens provenientes de sensores orbitais, existem dois procedimentos básicos: Um com o conhecimento dos parâmetros geométricos da órbita do satélite e outro com a utilização dos pontos de controle. O primeiro procedimento é baseado nos parâmetros geométricos do satélite e do sensor, e as empresas que fornecem as imagens, executam esse tipo de correção, mas o resultado é bastante impreciso. Atualmente, com o surgimento das imagens de alta resolução e a falta de bases cartográficas para a correção das mesmas, as empresas que comercializam essas imagens fornecem informações que ajudam na correção geométrica e conseqüentemente à eliminação das distorções presentes nas imagens. Por esta razão, quando se trabalha com imagens provenientes de sensores orbitais para se obter distâncias, áreas ou orientação de direções, para a construção ou atualização cartográfica é que se atribui um sistema de projeção, de referência e características de escala numa imagem através da utilização dos pontos de controle.

O número de pontos utilizados na correção geométrica de imagens é muito importante, pois quanto mais pontos utilizados no processo, maior será a precisão no resultado. O uso de um modelo matemático adequado, além de uma distribuição uniforme dos pontos ao longo de todo corpo da imagem, são fatores que ajudam na correção geométrica.

O levantamento dos pontos com o uso de GPS (*Global Positioning System*) é uma alternativa viável, visto que, na maioria dos municípios do Brasil os mapas são antigos e em alguns municípios eles são inexistentes. Entretanto, para uma maior precisão e exatidão dos pontos levantados com rastreadores GPS maior será o custo e tempo.

Em virtude disso é necessário que se obtenha um padrão quanto à quantidade de pontos de controle, para que os custos não sejam elevados e que sejam obtidos bons resultados na correção geométrica, levando-se em conta também a distribuição, a precisão e o modelo matemático.

## 1.2-Objetivos do Trabalho

No presente trabalho pretende-se definir um padrão quanto à quantidade de pontos que devem ser utilizados numa imagem CBERS-I para a obtenção de parâmetros de transformações confiáveis, representativos, a serem aplicados em modelos matemáticos, de modo que traga um bom resultado na correção geométrica. É importante lembrar que, muitos trabalhos são realizados mediante a indefinição quanto à distribuição, à precisão e principalmente quanto à quantidade de pontos de controle devido à falta de pesquisa nessa área.

Assim, os objetivos desse trabalho serão os seguintes:

- 1) Desenvolver uma breve análise da qualidade geométrica da imagem CBERS-I;
- 2) Analisar a distribuição espacial dos pontos de controle na imagem;
- 3) Análise do modelo matemático utilizado na correção da imagem;
- 4) Determinar uma quantidade ótima de pontos de controle, definindo assim um padrão de qualidade cartográfica para a imagem.

### **1.3-Organização do Trabalho**

A dissertação está dividida em cinco capítulos.

No capítulo I, “Introdução” apresenta-se uma breve descrição sobre a importância de se considerar vários fatores na correção geométrica de imagens como a precisão, distribuição e o modelo matemático, bem como as dificuldades e alternativas para a solução e objetivos da dissertação;

No capítulo II, “Fundamentação Teórica”, apresenta-se um estudo dos conceitos envolvidos no trabalho referentes a: correção geométrica de imagens, as principais fontes de distorção geométrica em imagens, métodos de correção geométrica, sistema de posicionamento global e definição da quantidade de pontos de controle.

No capítulo III, “Procedimentos Metodológicos”, apresenta-se a metodologia utilizada para a realização da dissertação mostrando a localização da área escolhida, materiais utilizados, softwares, coleta de pontos de controle com GPS, seqüência de cálculos estatísticos para a definição da quantidade de pontos de controle para correção geométrica;

No capítulo IV, “Resultados”, faz-se uma descrição dos resultados obtidos pelos métodos estatísticos para a definição de uma quantidade de pontos que garanta uma boa correção geométrica da imagem;

No capítulo V, “Conclusões e Recomendações”, apresenta-se uma análise conclusiva a respeito dos resultados encontrados bem como recomendações para trabalhos futuros para o sensor CCD do satélite CBERS-I

## CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 – Introdução

O processamento digital de imagens pode ser descrito como uma série de manipulações e interpretações na imagem por meio digital, ou seja, com o auxílio de computadores. O principal objetivo do processamento digital de imagens é fornecer condições para facilitar a identificação e a extração da informação contidas nas imagens, para posterior interpretação.

A idéia de criar procedimentos computacionais para análise de dados coletados por sistemas sensores surgiu basicamente por duas razões: agilizar as tarefas manuais realizadas durante a interpretação visual (delimitação de áreas, confecção de mapas, cálculo de área, etc) e possibilitar ao analista introduzir outros tipos de informações e cruzá-las com os padrões espectrais, contidos nas imagens, de tal modo a transformar esses padrões mais facilmente identificáveis. (Moreira, 2001)

Para que os dados obtidos dos sensores orbitais possam ser analisados, em nível de extração de informações, é necessário que a imagem possua um sistema de projeção cartográfico e um sistema de referência. Além disso, deve ser tratada através de algoritmos, permitindo ao analista uma visão mais nítida e precisa da área de estudo. Esses procedimentos estão englobados dentro do conceito de processamento de imagens. Com o passar do tempo o processamento de imagens passou a ser bem mais discutido e estudado, isto é, associar aos dados de satélite, informações referentes à área de estudo para análises mais complexas, através da manipulação de dados e criação de um banco de dados.

Existem infinitas maneiras de se manipular uma imagem. Entretanto, elas podem ser categorizadas em quatro tipos de operações fundamentais, são elas:

- 1) Retificação e restauração das imagens: o objetivo dessas operações é a eliminação das distorções e degradações presente em uma imagem, para que as informações extraídas possam ser uma representação mais fiel da realidade.
- 2) Realçamento de imagens: são procedimentos aplicados aos dados digitais com o objetivo de melhorar a aparência da imagem para facilitar a

interpretação visual humana bem como a interpretação automática via computador.

- 3) Classificação de Imagens: São operações que visam substituir a análise visual dos dados por técnicas automáticas de análise quantitativa, como objetivo de que as feições sejam observadas na cena.
- 4) Combinação dos Dados (*Data Merging*): são procedimentos criados para combinar dados da imagem de uma certa área, com outros conjuntos de dados da mesma área.

Os dados em sensoriamento remoto, representando imagens da superfície terrestre, estão representadas através de uma imagem bidimensional formada por uma grade regular e pode ser definida por uma função bidimensional  $I(x,y)$ . Os valores de  $I$  em cada coordenada espacial  $(x,y)$  representam o valor de nível de cinza que é um valor inteiro e não negativo e é a intensidade da luz que é refletida e ou emitida pelo alvo, área ou fenômeno em estudo. Pode-se dizer que a imagem é formada por uma sucessão de linha e colunas, e cada ponto imageado pelos sensores corresponde a uma área mínima denominada pixel (*Picture Element*) que deve estar geograficamente referenciada e para qual são registrados os valores digitais relacionados com a intensidade de energia refletida em faixas (bandas) dentro do espectro eletromagnético (figura 1). Resumindo, a imagem pode ser analisada em seu formato digital: espacialmente (pixels) e espectralmente (níveis discretos de brilho).

Vale lembrar que qualquer imagem, mesmo não digital, pode ser transformada em imagem digital (dados discretos) através de um processo conhecido como digitalização, com o uso dos “*SCANNERS*”.

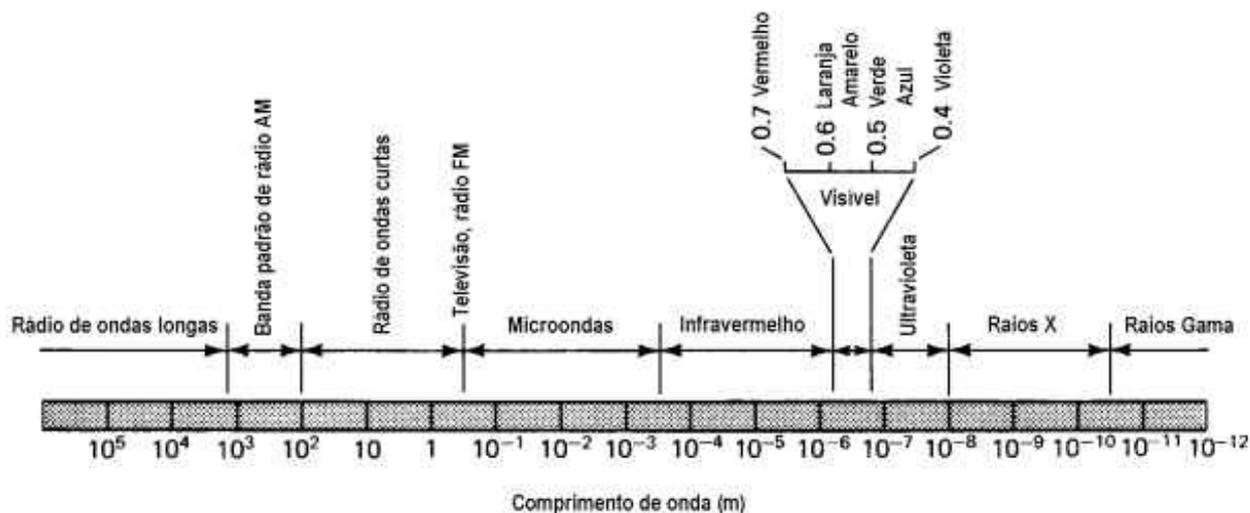


Figura 1 – Espectro Eletromagnético

## 2.2 – Histórico

Segundo Quintanilha (1990), o interesse pelas técnicas de processamento de imagens digitais data do início da década de 20, quando figuras digitalizadas foram inicialmente transmitidas por cabo submarino entre Nova York e Londres. O principal problema era seleção de procedimentos de impressão e distribuição de níveis de brilho. Os primeiros sistemas codificavam a imagem em 5 níveis de brilho distintos. Em 1929 essa capacidade foi ampliada para 15 níveis.

Entretanto, as aplicações dos conceitos de processamento digital de imagens só tiveram um maior desenvolvimento depois da metade da década de 60, quando a terceira geração de computadores digitais colocou à disposição dos seus usuários, velocidade e capacidade de armazenamento compatíveis com aquelas necessárias à implementação dos algoritmos de processamento de imagens.

Desde então, processamento de imagens é uma área que tem experimentado um desenvolvimento considerável, tendo em vista a grande disponibilidade de tecnologias computacionais e a própria multidisciplinaridade do assunto, que tem sido motivo de estudo em campos tão diversos como: engenharia, ciências da computação e da informação, matemática, estatística, medicina, física, química, biologia e mais recentemente a psicologia, nos aspectos ligados à visão computacional. (Quintanilha, 1990)

### 2.3 – Fonte de Dados Espaciais

Os dados multiespectrais da superfície terrestre constituem o objeto principal da área de sensoriamento remoto, onde cada imagem é considerada uma representação da distribuição de energia eletromagnética vindo da superfície terrestre em um ou mais comprimentos de onda (faixas ou bandas) do espectro eletromagnético. Outras fontes de dados espacialmente distribuídas podem estar disponíveis para a região de interesse. Tais fontes podem ser: mapas topográficos, rodoviários, cadastrais ou outras fontes de dados espaciais mais específicas.

Freqüentemente estas outras fontes de dados espaciais contém informações que não estão disponíveis em imagens multiespectrais, e combinações específicas de dados multiespectrais com outros tipos de dados espaciais permitem que sejam feitas inferências sobre a superfície terrestre, as quais não são possíveis quando se usa dados de uma única fonte. De qualquer forma, o especialista que analisa a imagem deve ter conhecimento da série de dados espaciais que está disponível para uma região, e selecionar aquele subconjunto que se mostre mais adequado ao processo de extração da informação. (Richards, 1999)

Numa abordagem simplificada, os diversos tipos de dados espaciais (dados geométricos) podem descrever propriedades, como:

- 1) Posicionais – caracterizam a posição de um objeto, como por exemplo: o limite entre duas cidades, ponto de coleta de uma amostra mineral etc.
- 2) Topológica – caracterizam relacionamentos de vizinhança ou de conexão entre objetos. Por exemplo: dois municípios divididos por um rio, duas cidades conectadas por uma malha viária;
- 3) Amostrais – caracterizam valores de natureza física ou de outras propriedades de um ponto ou de uma região. Por exemplo: valor de altura de um ponto no MDT (Modelo Digital do Terreno);

Resumindo dados geométricos são comumente diferenciados em dois tipos: dados “**raster**” e dados “**vetoriais**”.

Dados raster descrevem características de espaço quanto a uma propriedade e correspondem à divisão de uma área numa matriz de células, a cada uma das quais é atribuído um valor. Qualquer tipo de imagem digital é uma estrutura raster que é formada por unidades elementares, onde cada unidade possui seu respectivo valor. Nos dados vetoriais a localização e a aparência gráfica de cada objeto são

representadas por um ou mais pares de coordenadas. Na representação vetorial um elemento ou objeto é representado por pontos, linhas, áreas ou polígonos.

Para que se possa manipular dados geométricos utilizando técnicas de processamento digital de imagens, deve-se compartilhar duas características básicas com os dados multiespectrais. O primeiro é necessário que estejam disponíveis na forma de distribuição espacial discreta, e que estejam associados a alguns valores, ou seja, na forma matricial. E segundo, estes dados devem estar geometricamente relacionados com as imagens multiespectrais, no caso de serem manipulados conjuntamente.

Nem todas as fontes de dados espaciais estão no formato digital, ou seja, no formato raster (matricial). Muitos estão disponíveis no formato de um mapa analógico, na qual precisam sofrer uma transformação para o formato digital. Mapas de linha e de área são armazenados a priori no formato vetorial, ou seja, em coordenadas de pontos. Mas isso não implica que não se possa tê-los no formato raster, onde podem ser atribuídos valores para as linhas ou regiões (áreas) que estejam relacionados com a classe onde eles se inserem. Por exemplo, pode-se diferenciar duas classes de estradas atribuindo-se o valor 1 para auto-estrada de duas pistas, 2 para estradas de uma pista, e assim por diante.

## **2.4 – Geometria na Imagem, Retificação e Registro**

### **2.4.1 – Introdução**

Segundo Richards (1999), quando as imagens são registradas pelos sensores orbitais ou aerotransportados, podem conter erros na sua geometria e na medida do valor de brilho do pixel. O último se refere aos erros radiométricos e pode ser resultado de uma falha no sensor que registra os dados espaciais ou da dependência do comprimento de onda da radiação solar e os seus efeitos da interação com a atmosfera. Erros geométricos numa imagem podem aparecer de muitas maneiras. O deslocamento relativo da plataforma, o imageamento da superfície terrestre, por exemplo, pode levar a erros de natureza angular (posicional) nos objetos em observação numa imagem. Independente dos sensores, a curvatura terrestre e as variações incontroláveis na posição e altitude das plataformas orbitais podem gerar erros geométricos bastante elevados.

Quando imagens orbitais são utilizadas como fonte de extração de informações, é necessário que sejam feitas correções no brilho e na geometria caso se deseje acurácia e precisão na interpretação das informações. O nível de precisão e acurácia irá depender da finalidade para qual a imagem será utilizada.

De acordo com Crósta (1992) as imagens geradas por sensores remotos, sejam elas fotografias aéreas ou imagens de satélite, são sujeitas a uma série de distorções espaciais, não possuindo, portanto precisão cartográfica quanto ao posicionamento dos objetos, superfícies ou fenômenos nelas representados. Todavia, a informação extraída de imagens de sensoriamento remoto necessita muitas vezes ser integrada com outros tipos de informação, representados na forma de mapas. Esse tipo de uso é muito comum quando se trabalha com “Sistemas de Informação Geográfica” (SIG’s), nos quais as imagens de sensoriamento remoto são uma das principais fontes de dados. Outras vezes, os dados contidos em uma imagem de satélite precisam ser apresentados ao usuário na forma de um mapa, com um grid geográfico de referência lançado sobre a mesma. Em outras palavras, a correção geométrica pode ser entendida como a transformação dos dados de sensoriamento remoto, de tal modo que eles adquiram as características de escala e projeção próprias de mapas (Mather, 1987).

O mapa é uma representação gráfica, em uma superfície plana, da superfície da Terra, ou parte dela, mostrando suas feições geográficas e superficiais. Estas são posicionadas de acordo com controles geodésicos, grids, projeções e escalas previamente definidas.

Para que uma imagem de sensoriamento remoto possa ter precisão cartográfica é necessário que suas distorções sejam corrigidas e os elementos que a constituem tenham um sistema de coordenadas cartográficas. A transformação na imagem de modo que ela assuma características de escala, e de projeção de mapas denomina-se correção geométrica. A correção geométrica pode ser feita de forma específica, isto é, aplicando modelos matemáticos para corrigir os erros (através do relacionamento matemático entre a localização do pixel) ou através de coordenadas geográficas da área de interesse. Na prática, esta última abordagem é a mais utilizada, pois independe do conhecimento específico da fonte de distorção.

No processo de correção geométrica, normalmente são usados polinômios como modelos matemáticos para corrigir as distorções geométricas. Em imagens que possuem uma alta resolução espacial onde a altura influencia as distorções geométricas, há a necessidade da utilização de um modelo digital do terreno além de uma equação rigorosa como por exemplo, a equação da colinearidade, para que possa corrigir tanto as distorções internas como as distorções externas. Segundo Mitishita, *et. al.* (2003) para a utilização dessas equações são necessários parâmetros orbitais e geométricos do satélite no instante da captura da imagem. Mas esses dados não são disponíveis ou de difícil aquisição.

De acordo com Crósta (1992), muitas vezes existe a necessidade de se combinar duas imagens diferentes de uma mesma área. Esse é o caso, por exemplo, de imagens multiespectrais de satélite, no qual se deseja comparar mudanças ocorridas em uma determinada área, em diferentes épocas. Uma vez que a plataforma orbital que carrega o sensor é afetada por movimentos aleatórios, duas imagens obtidas em diferentes épocas jamais terão uma cobertura equivalente no terreno, ainda que o sensor e o satélite sejam os mesmos. Para que duas imagens sejam perfeitamente coincidentes no espaço é necessário que sofram um tipo de transformação espacial conhecido por registro. O registro é então o ajuste do sistema de coordenadas de uma imagem ao sistema equivalente de uma outra imagem, cobrindo a mesma área. Outro exemplo comum de necessidade do registro é na integração de imagens de diferentes sensores (LandSat e Spot, por exemplo) sobre uma mesma área.

De acordo com Bernstein (1983), a geometria da imagem se refere a projeção, escala, e orientação da imagem, enquanto a correção geométrica se refere a modificação da geometria inicial para se alcançar uma geometria desejada. Isso inclui a correção de erros geométricos devido ao sensor, plataforma e a efeitos da cena. A imagem a ser corrigida, é um arranjo digital na qual representa uma projeção perspectiva unidimensional geometricamente distorcida de uma porção da superfície terrestre, ao passo que, essa mesma imagem estará geometricamente corrigida se possuir um sistema de projeção cartográfico.

Segundo Toutin *et al* (2001), Cheng *et al* (2002), Toutin *et al* (2000), uma vez conhecido os parâmetros de geometria de órbita e do sistema sensor e utilizando um modelo matemático adequado chega-se a resultados bastante satisfatórios no processo de correção geométrica de imagens.

#### **2.4.2 – Fontes de Distorção Geométrica**

Segundo Richards (1999) existem potencialmente mais fontes de distorções geométricas do que distorções radiométricas e os seus efeitos são piores. Eles podem ser descritos da seguinte maneira:

- 1) Rotação da Terra durante a aquisição da imagem – os sistemas sensores possuem um tempo finito para aquisição de uma cena. Durante o tempo de aquisição da cena a superfície terrestre sofre uma rotação de oeste para leste, conseqüentemente um ponto visado no fim de uma cena estaria mais para oeste desde o começo do imageamento da cena. Entretanto o que ocorre é que os pixels aparecem mais para leste, ou seja, os pixels são erroneamente alocados em relação às corretas posições no terreno. Para que os pixels sejam colocados na sua correta posição em relação à superfície terrestre é necessário que seja feito um deslocamento sucessivo de linhas para amenizar o efeito de rotação da superfície terrestre durante a aquisição da imagem;
- 2) Distorção Panorâmica – para sensores usados por plataformas orbitais e aerotransportados a o valor do IFOV (valor do pixel em graus) é constante. Esse valor constante faz com que os pixels na extremidade da imagem sejam mais largos do que aqueles localizados no centro ou próximo a ele. A dimensão do pixel numa visada nadir (normal a superfície) possui um

determinado valor, mas numa visada fora do nadir (obliqua) a dimensão do pixel é maior. Esse problema ocorre numa maior intensidade em sistemas que possuem um largo campo de visada (FOV). Em sistemas onde o valor do FOV é pequeno esse problema não é tão acentuado;

- 3) Curvatura Terrestre – em sistemas sensores aerotransportados, devido a sua baixa altitude, não sofre muito os efeitos da curvatura da Terra. Sistemas orbitais como Landsat e SPOT, não são muito afetados pois possui um estreito campo de visada (FOV). Entretanto, sensores que possuem um largo campo de visada sofrem problemas devido a curvatura terrestre, como o satélite NOAA que possui um largo campo de visada. O efeito do tamanho do pixel é o mesmo causado na distorção panorâmica. A dimensão do pixel na visada normal possui valor correto, de acordo com a resolução espacial de cada sistema sensor, já os pixels que estão fora do nadir (obliqua) sofrem uma distorção possuindo, portanto um aumento no seu tamanho. Mesmo com o aumento de tamanho a imagem é formada com pixels que possuem a mesma dimensão, causando uma distorção geométrica na imagem.
- 4) Tempo de varredura numa posição – sistemas sensores que varrem uma linha mecanicamente, tais como o Landsat TM e MSS, requer um tempo finito para varrer ao longo de uma determinada posição. Durante este tempo o satélite está se movendo para um determinado local seguindo uma rota, imageando a área de interesse. O tempo que um sensor desses (mecânicos) levam para varrer uma linha é da ordem de 33 ms, isto na superfície terrestre equivale a uma velocidade de 6467 Km/s. Como resultado desse efeito, o fim da linha varrida é antecipada quando se comparada ao início da linha varrida, causando assim uma distorção geométrica nos dados espaciais, semelhante ao efeito de rotação da Terra;
- 5) Variação na altitude, na rotação e nos três eixos de rotação do satélite – variações na elevação ou altitude nas plataformas orbitais podem trazer problemas de escala mediante a valores constantes do ângulo do campo de visada (FOV) e do IFOV e para um aumento na variação na altitude, durante o deslocamento do sistema sensor, que é reduzida quando se comparada com o tempo de aquisição da cena. Similarmente, se a plataforma orbital sofre uma variação na sua velocidade, a escala sofre

uma mudança ao longo da direção da rota do satélite. Para plataformas orbitais, variações na velocidade da plataforma podem resultar numa órbita excêntrica e não esférica da Terra. Mudança nos três eixos de rotação do satélite podem ser descritos como variações no *roll*, *yaw* e *pitch*.

- 6) Distorção Aparente de Proporção – que é uma comparação entre a escala vertical e a escala horizontal. Este problema causa um aumento da área que é imageada, sendo posteriormente registrada num pixel quadrado.
- 7) Projeção da Carta – para estudo dos recursos terrestres, os dados orbitais são normalmente exigidos num sistema de projeção específico. Embora não constitua um erro geométrico, exige uma transformação geométrica nos dados orbitais e isso pode ser executado pelas operações de correção geométrica e compensar as distorções nos dados.

### **2.4.3 – Correção Geométrica**

De acordo com Bernstein (1983) a imagem representa um arranjo de dados digitais na qual representa uma projeção perspectiva unidimensional geometricamente distorcida de uma pequena parte da superfície terrestre. Tal imagem está geometricamente corrigida, se possuir um sistema de coordenadas cartográficas da mesma área.

Segundo Crosta (1992) a relação entre os dois sistemas de coordenadas (mapa e imagem) pode ser calculada de duas formas. A primeira é através do conhecimento dos parâmetros geométricos da órbita do satélite e de outras variáveis, também chamada de modelo de geometria orbital. A segunda, e mais comum, forma de se calcular a relação entre os dois sistemas de coordenadas é através da definição de pontos de controle no terreno, que tem de ser reconhecíveis tanto no mapa como na imagem.

#### **2.4.3.1 – Transformação Baseada no Modelo de Geometria Orbital**

A transformação relativa ao modelo de geometria orbital é baseada na natureza e na magnitude das fontes de distorção, se baseia no conhecimento das características da órbita do satélite e da rotação da Terra. Essa técnica possui um baixo grau de precisão.

Os tipos e distorção eliminados por essa transformação são mudanças de escala, correção do Skew (ângulo de inclinação entre a projeção da órbita em relação ao eixo norte-sul da Terra), correção do efeito de rotação da Terra durante o processo e aquisição da imagem (a título de exemplo, o deslocamento relativo entre a primeira e a última linha de uma imagem MSS em uma latitude 50° é mais de 8 Km), correção no efeito de curvatura terrestre e distorção panorâmica devido a visada off-nadir (visada oblíqua) do sistema sensor.

Esse tipo de correção já é executado pelas empresas que fornecem o produto aos usuários, de acordo com as efemérides de cada plataforma orbital. Essas efemérides não são fornecidas junto com o produto, conseqüentemente o usuário não pode assim fazer uma correção desses efeitos na imagem. Como é um processo onde a precisão não é muito boa, há a necessidade de se fazer uma correção mais refinada.

#### **2.4.3.2 – Transformação Baseada em Pontos de Controle (relação matemática)**

O uso de pontos de controle no terreno permite uma precisão mais elevada no processo de correção geométrica em uma imagem. Conseqüentemente que essa precisão será diretamente proporcional à identificação, localização, exatidão, distribuição e quantidade dos pontos de controle.

Para que se possa estabelecer uma relação matemática entre os pontos do terreno e os correspondentes na imagem é necessário que os mesmos sejam identificados e posicionados, o que é feita de forma interativa pelo usuário. Tais pontos podem ser coletados em campo (rastreadores GPS) ou com o auxílio de mapas. No Brasil, há uma grande dificuldade em se trabalhar com mapas, pois os mesmos são antigos ou não possuem um registro da sua precisão. Em locais onde isso ocorre, a alternativa é obter as coordenadas dos pontos de controle através de um posicionamento geodésico no terreno de alguns pontos identificáveis nas imagens, usando, por exemplo, o GPS (*Global Positioning System*), o que por outro lado representa um custo elevado.

Se essas relações (funções matemáticas) são conhecidas pode-se localizar um ponto na imagem conhecendo o ponto correspondente no mapa. Em princípio a recíproca é verdadeira. O conceito apresentado é o de estabelecer as diferenças de posicionamento de alguns pontos na imagem e no mapa. A partir dessas diferenças, a

natureza da distorção presente na imagem pode ser estimada e uma transformação adequada pode ser computada, no sentido de corrigir a imagem.

Normalmente usam-se modelos polinomiais de primeiro, segundo ou de terceira ordem, como modelos matemáticos para corrigir geometricamente a imagem. Mas podem ser usadas as equações projetivas, transformação da similaridade (isogonal) entre outras. Existem os modelos paramétricos, que são soluções rigorosas bastante utilizadas em fotogrametria ou em imagens de alta resolução espacial para fins de registro, mas é necessário o conhecimento da geometria de visada do satélite o que não é fornecido pelas empresas. Os modelos mais usados são os modelos polinomiais, que é um método empírico, possui uma vantagem de não requerer o conhecimento da geometria do satélite, sendo necessário apenas contar com pontos de controle precisos e em quantidade suficiente. Deve-se ter em mente que nem sempre os polinômios de grau maior resolvem os problemas quando comparado aos polinômios de grau menor, pois eles podem introduzir erros piores do que os erros já existentes.

**Queiroz (2003)** procurou apresentar uma análise das transformações geométricas afim e equações projetivas para correção geométrica de imagens do satélite CBERS-I, utilizando pontos de apoio coletados com GPS. A autora procurou coletar pontos uniformemente distribuídos em toda a imagem e que a precisão dos pontos de controle fosse de 1/3 do pixel. Os resultados práticos mostraram que a transformação afim aplicada às imagens do sensor CCD do satélite CBERS-I apresentou resultados bastante satisfatórios, podendo ser utilizada para o georeferenciamento da mesma. No caso da utilização da equação projetiva os resultados também foram bastante satisfatórios.

**Souza (1997)**, aborda algumas análises sobre a confiabilidade de cinco modelos matemáticos para transformação de coordenadas extraídas da imagem Landsat-TM e SPOT para o espaço objeto, com o auxílio de pontos de apoio extraídos de mapas construídos em escalas 1:50000 e 1:5000. Os modelos matemáticos utilizados foram as transformações de similaridade, polinômios de primeira, segunda e terceira ordem e equação projetiva. O autor procurou manter uma distribuição uniforme entre os pontos de controle e manteve a precisão dos pontos na ordem de 1/3 do pixel, respeitando as normas cartográficas. Foi dada uma ênfase muito grande pelo autor quanto a utilização de polinômios de grau elevado, pois eles podem introduzir erros significativos, as distorções provocadas nas imagens são grandes. A

transformação afim apresentou um resultado bastante satisfatório na correção de ambas as imagens. A equação da similaridade apresentou resultados ruins na correção geométrica das imagens Landsat-TM e SPOT. Para escalas menores a equação projetiva apresentou um resultado satisfatório quando, segundo o autor pode-se supor que em escalas maiores, são detectados erros que nas escalas menores não são perceptíveis ou são simplesmente absorvidos pelo modelo matemático.

**Kardoulas et al. (1996)** analisou a correção geométrica de imagens Landsat MSS, Landsat TM e SPOT PAN de uma área no nordeste da Nigéria utilizando pontos de controle provenientes de mapas na escala de 1:100.000 e pontos coletados em campo. Foram obtidos em campo 29 pontos de controle distribuídos aleatoriamente medidos por um GPS, em posicionamento estático e não diferencial. O GPS utilizado calcula o posicionamento tanto pelo código como pela portadora. Apenas 17 dos 29 pontos de controle levantados em campo (GPS) puderam ser localizados no mapa, pois foi utilizado um mapa datado em 1961, ou seja, bastante desatualizado. Foram obtidos 40 pontos de controle desse mapa.

Para o procedimento de correção geométrica das imagens o autor procurou localizar pontos obtidos em campo (GPS) distribuídos aleatoriamente, nas cartas com uma distribuição uniforme e os correspondentes nas imagens. Usou um polinômio de primeiro grau obtendo-se os coeficientes do polinômio pelo método dos mínimos quadrados, levando-se em conta um valor mínimo, médio e máximo de pontos de controle com o objetivo de determinar um valor ótimo. Os pontos de controle foram avaliados utilizando pontos teste (*Chek Points*).

Para os pontos obtidos em campo (GPS), na imagem Landsat MSS foram utilizados 19 pontos dos 29 obtidos por levantamento em campo (GPS), no Landsat TM foram utilizados 28 dos 29 levantados e na imagem SPOT PAN todos os 29 pontos foram utilizados. Observou-se que à medida que se aumentava o número de pontos de controle o erro médio quadrático diminuía, tendendo a se estabilizar para mais de 10 pontos de controle. Para a imagem SPOT PAN o erro foi maior devido a alta resolução espacial de imagem, que é de 10 m.

Nos pontos obtidos na carta, foram utilizados 31 pontos na imagem Landsat MSS, 38 pontos na Landsat TM e 37 no SPOT PAN. Verifica-se basicamente a mesma coisa observada na correção utilizando os pontos levantados por GPS, que o erro médio quadrático diminuiu com o aumento do número de pontos de controle, mais significativamente, não tendeu a nenhuma estabilização, e que talvez isso

puddesse acontecer se mais pontos de controle tivessem sido usados. Ficou bem claro que o uso de GPS em lugares onde há carência de cartas é bem aceito, mesmo que não trabalhe em modo diferencial, evidentemente, dependendo da resolução espacial de imagem. O resultado final da correção geométrica dependerá da correta localização dos pontos tanto na imagem como no terreno.

**Borgeson et. al (1985)** avaliou a acurácia geométrica de imagens Landsat TM-5 e Landsat TM-4 coletando pontos numa carta na escala de 1:25000 e os seus correspondentes na imagem (Landsat – TM5). Foi utilizado um critério para a distribuição dos pontos de controle, o autor dividiu a imagem em quatro pedaços de tamanhos iguais e escolheu 70 pontos por quadrante, 283 pontos no total. Não foi dada nenhuma justificativa em termos da quantidade de pontos. Foi implementada uma função polinomial de primeira ordem, na qual os parâmetros referentes a rotação, Skew (não ortogonalidade), translação e escala sendo calculados um total de seis parâmetros.

Foram feitas a priori, várias combinações. Levando-se em conta que a imagem possui um pixel de 30 m, o erro médio quadrático obtido foi de aproximadamente 0.4 pixel, ou seja, em torno de 11 m para Landsat 5 TM e para a Landsat 4 TM o erro foi de aproximadamente 1.2 pixel, ou seja, em torno de 36 m. O autor procurou fazer a correção geométrica obtendo o erro médio final :

- 1 – Considerando todos os parâmetros;
- 2 – Desconsiderando o problema da não ortogonalidade (Skew);
- 3 – Igualando os distorções em termos de escala tanto em X quanto em Y;
- 4 – Seguindo os passos 2 e 3 simultaneamente.

Há de se ressaltar que quando todos os parâmetros (1) foram utilizados na definição do modelo matemático, tanto na imagem Landsat 4 quanto na Landsat 5 os erros residuais encontrados foram menores. Na imagem Landsat 5 os erros foram mais constantes, eles giram em torno de 0.4 pixel, já nas imagens Landsat 4 a variabilidade foi bem maior, ou seja, quando todos os parâmetros são considerados o erro residual é de aproximadamente 0.7 pixel, mas quando são desconsiderados os problemas de escala e da não ortogonalidade (Skew) o erro médio quadrático é de 1.44 pixel. Percebe-se que a qualidade geométrica da imagem Landsat 5 TM é significativamente melhor do que a imagem Landsat 4 TM.

**D'Alge et. al (1986)** procurou avaliar a qualidade geométrica das imagens analógicas TM-Landsat processadas pelo INPE com a finalidade de definir a escala

máxima de utilização destas imagens como bases planimétricas para cartas topográficas e temáticas. O processamento da imagem pode ser feito com base em três níveis de correção geométrica de sistema ( $G=2$ ,  $G=3$ ,  $G=4$ ) realizado através de um modelo fotogramétrico baseado em equações de colinearidade. Os diferentes níveis de correção correspondem a dimensões diferentes da grade de pontos. Os resultados mostram um erro médio quadrático de cerca de 54m para o nível 2 de correção ( $G=2$ ), 50m para o nível 3 ( $G=3$ ) e 47m para o nível 4 ( $G=4$ ), o que significa ser 1:100000 a escala máxima de utilização das imagens TM-Landsat como bases planimétricas.

O autor enfatizou que, quanto maior o polinômio usado no processo de correção os resultados são normalmente tendenciosos na medida em que a necessidade de um maior número de pontos de controle dificulta o uso de dois conjuntos distintos de pontos de controle para a determinação dos coeficientes e do RMS (erro médio quadrático). A transformação polinomial de 1ª ordem apresentou um resultado bastante satisfatório. Segundo o autor a maior fonte de erro para esse tipo de análise é a identificação dos pontos de controle sobre a imagem.

**Vergara et al (1992)** estudou uma ferramenta que fornece uma seleção adequada de pontos de controle, no que diz respeito a distribuição espacial de pontos de controle, pontos esses que foram usados no processo de retificação de imagens. Esse procedimento permitiu a identificação de pontos de controle específicos, cujo a localização desses pontos influencia na perda de qualidade, em termos de distribuição espacial, de um conjunto de pontos. Então, substitui-se esses pontos por outros, localizados em locais mais apropriados. O autor propôs uma metodologia que consiste na seleção de pontos de controle, cujas coordenadas planas são conhecidas com precisão e submeteu esses pontos em um ou mais testes de distribuição espacial. Foram selecionados pontos aleatoriamente e comparou-se a distribuição desses pontos com uma distribuição uniforme simulada.

Os resultados mostraram que as imagens que possuíam poucas feições identificáveis tanto no terreno quanto na imagem apresentaram um erro grande na retificação das mesmas, e em termos de distribuição espacial foram descartadas as hipóteses de distribuição espacial desses pontos. Para as imagens que possuíam muitas feições a correção geométrica apresentou um resultado satisfatório, e a qualidade espacial desses pontos é ótima ou aceitável.

**Toutin, T. et al (2000)** utilizou três modelos diferentes no processo de retificação de imagens IKONOS. Foram utilizados os modelos polinomiais de

segunda ordem, polinomial proporcional de segunda ordem e um modelo paramétrico. O modelo polinomial simples é bastante usado em imagens com resolução espacial menor, no caso de uma imagem de resolução espacial maior, segundo o autor, esse modelo se aplica a áreas pequenas e planas. O modelo polinomial proporcional é similar ao método polinomial simples, exceto pelo fato de que envolve uma razão de transformações polinomiais e leva também em consideração a elevação do terreno. O modelos rigorosos, ou paramétricos, refletem a realidade física da geometria de visada completa e corrigem distorções resultantes da plataforma, do sensor, da Terra e, algumas vezes, das deformações devidas à projeção cartográfica. São levadas portanto em consideração as informações satélite-sensor, ou seja, são considerados os elementos de orientação externa e interna do sensor. Quando comparado aos métodos polinomiais simples e *proporcional*, o método do modelo rigoroso produz resultados de maior exatidão com relativamente poucos pontos de controle. Como essas informações não estão disponíveis o autor desenvolveu um modelo rigoroso, usando informações básicas dos arquivos de imagem e de metadados.

O autor fez uma avaliação final executando-se uma comparação quantitativa e qualitativa da imagem ortoretificada gerada a partir do método rigoroso e um DEM com ortofotos de 20cm. Isto confirma os resultados prévios sobre os pontos testes de que não há erro maior que 4 -5m. Conseqüentemente, a exatidão do modelo rigoroso está dentro da exatidão do produto IKONOS *Precision*, que é o produto com maior exatidão (4m) porém o mais caro .

#### **2.4.4 – Correção das Distorções Radiométricas**

Distorções Radiométricas são problemas referentes ao brilho da imagem. Segundo Moreira (2001), os procedimentos de correção radiométrica de imagens incluem tanto as operações que visam uma melhora visual da imagem, como aquelas que visam normalizar os dados radiometricamente.

Mecanismos que afetam a medida de valor de brilho dos pixels de uma imagem podem levar a dois tipos básicos de distorção radiométrica. Primeiro, a distribuição relativa de brilho sobre uma imagem, numa dada banda, pode ser diferente da realidade da cena em questão. Segundo, o brilho relativo de um único pixel de cada banda pode ser alterado, se comparado com a resposta espectral característica da região correspondente na superfície terrestre. A radiação proveniente

de um objeto na superfície terrestre e registrada por um determinado sistema sensor, sofre influência de fatores como:

- 1) Variação na iluminação da cena;
- 2) Condições atmosféricas;
- 3) Geometria de visada;
- 4) Características do sistema sensor.

O principal fator de influência na imagem, em termos de distorção radiométrica, é a atmosfera. Isso ocorre principalmente na região do visível e no infravermelho. Caso a atmosfera não influenciasse na medida de valor de brilho numa imagem, o sinal medido pelo sistema sensor seria função apenas do nível de energia do sol incidente e das propriedades de reflectância do objeto. Entretanto a presença da atmosfera pode influenciar significativamente os níveis de cinza de uma imagem.

Antes de discutir com detalhes os efeitos da atmosfera, existem alguns conceitos radiométricos que precisam ser discutidos. Segundo Steffen *et. al.* (1996), a energia radiante (Q) é a grandeza radiométrica fundamental que indica a quantidade de energia associada à um fluxo de radiação e a sua unidade é o Joule (J). A radiação ao se propagar pelo espaço transfere energia de um lugar para o outro. A quantidade de energia radiante que flui por uma posição do espaço na unidade de tempo (taxa de transferência) é o fluxo radiante ( $\phi$ ) e é medido em Joule/Segundo (J/s) ou Watt (W). O fluxo radiante é medido pela razão da quantidade de energia radiante por tempo, e o sol é a principal fonte dessa energia. Quando um fluxo radiante de energia irradia (ilumina) uma amostra da superfície terrestre, a razão entre o fluxo ( $\phi$ ) e a área da amostra é a sua irradiância (E) em  $W/m^2$ , e segundo Richards (1999) é uma propriedade que pode ser usada para descrever o potencial de qualquer emissor de energia eletromagnética.

Se um fluxo de radiação unidirecional incide perpendicularmente sobre uma amostra de superfície plana, a sua interseção com o plano da superfície determina a área irradiada, entretanto, se a direção do fluxo for inclinada, a área de interseção aumenta enquanto o fluxo permanece constante. Neste caso, a irradiância diminui de valor pois o fluxo se distribui por uma área maior o que pode ser descrito pela equação:

$$E_{\theta} = E_0 \cdot \cos \theta \quad (2.1)$$

O fluxo de radiação solar direta pode ser considerando unidirecional e não é difícil perceber que a irradiância que produz numa amostra da superfície terrestre não depende somente do ângulo de elevação solar mas também da orientação da amostra com relação ao fluxo (o ângulo  $\theta$  entre a normal à superfície e o fluxo). Em sensoriamento remoto o intervalo de comprimento de onda ( $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ ) usado é estreito suficiente para assumir que:

$$E_{\theta} = E_0 \cdot \cos\theta \cdot \Delta\lambda \quad (2.2)$$

Há uma outra grandeza radiométrica extremamente importante, que é a radiância (L). É importante ressaltar da intensidade radiante (I), pois é a densidade espacial do fluxo radiante que tem origem numa fonte puntiforme. A intensidade radiante numa determinada direção é definida pela razão entre o fluxo que se propaga num ângulo sólido amostral com origem na fonte e a dimensão desse ângulo sólido:

$$I = \Delta\phi / \Delta\omega \quad (2.3)$$

Onde I é a intensidade radiante em Watt/esterradiano (W/sr),  $\Delta\phi$  é o fluxo em W e  $\Delta\omega$  é o ângulo em esterradianos (um ângulo sólido definido em esterradianos é definido pela razão entre a área amostral que intercepta numa superfície esférica e raio desta). Resumindo, a intensidade radiante é o brilho aplicado a fontes puntiformes (pontos) e para sensoriamento remoto ela não é importante, pois necessita-se do brilho de um determinado elemento de área.

A radiância (L) está associada ao brilho de um determinado elemento de área em uma determinada direção Steffen *et. al.* (1996). Se as dimensões de uma amostra de superfície podem ser consideradas desprezíveis com relação à distância em que é observada, o “brilho” dessa amostra, em cada direção é medido pela sua radiância definida por:

$$L = \Delta\phi / \Delta\omega \cdot \Delta a \cdot \cos\theta \quad (2.4)$$

Onde L é a radiância em  $W/m^2 \cdot sr$ ,  $\Delta\omega$  é o ângulo sólido e  $\Delta a \cdot \cos\theta$  é o valor da área da amostra em  $m^2$ . Considerando que uma amostra de superfície pode ser

decomposta em áreas elementares que satisfazem a definição acima, não é difícil perceber que a radiância dessa amostra, numa dada direção, é produzida pela média das radiâncias dos elementos de área que a constituem.

Supondo que uma superfície tenha uma reflectância  $R$ . Isso descreve qual a proporção de energia incidente é refletida. Se a superfície é difusa, então a radiância espalhada ao longo de um hemisfério e disponível para medida é:

$$L = E_0 \cdot \cos\theta \cdot \Delta\lambda \cdot R / \pi \quad (2.5)$$

Essa fórmula relata um caso ideal onde não há a presença da atmosfera. Quando a atmosfera está presente existem alguns fatores devem ser considerados e irão modificar a equação acima. Esses fatores são o espalhamento e a absorção por partículas na atmosfera.

A absorção é um processo seletivo que converte a energia que chega em calor. Em particular moléculas de oxigênio, dióxido de carbono, ozônio e água contribuem muito fortemente para atenuação da radiação em certas regiões do espectro eletromagnético. Normalmente, os sensores usados, são programados para operar fora dessas regiões, conseqüentemente os efeitos da absorção são pequenos. O espalhamento das partículas atmosféricas é o mecanismo dominante, que leva as distorções radiométricas nas imagens.

Existem basicamente dois tipos de espalhamento. O espalhamento de Rayleigh que é causado pelas moléculas atmosféricas e depende do comprimento de onda. O outro é chamado espalhamento de Mie e é causado por partículas maiores associadas a fumaça, névoa e vapores. Numa atmosfera limpa (ideal) apenas o espalhamento de Rayleigh está presente.

Resumindo, o pixel numa imagem é irradiado pelo alvo na superfície terrestre, da energia espalhada pela atmosfera e também proveniente de pixels adjacentes. A área correspondente na imagem no terreno, pode receber energia de pixels vizinhos, que interagem com a atmosfera e retornam pra baixo.

Tendo definido esses efeitos da radiação e as suas interações a composição do sinal de um pixel, registrado por um sistema sensor, pode ser expressa:

$$L_s = R \cdot T / \pi (E_0 \cdot T \theta \cdot \cos\theta \cdot \Delta\lambda + E_d) + L_p \quad (2.6)$$

$L_s$  representa a radiância espectral total medida pelo sensor;

$R$  representa a reflectância do alvo no terreno;

$T$  representa a transmitância na atmosfera do sol até a superfície terrestre;

$T\theta$  representa a transmitância solar até a superfície atmosférica;

$E_o$  representa a irradiância sobre o alvo;

$\theta$  representa o ângulo entre a normal e a energia irradiada do sol;

$E_d$  representa irradiância da atmosfera;

$L_p$  representa a radiância de pixels adjacentes.

O resultado do espalhamento causado pela atmosfera é que um pequeno detalhe na imagem ficará escuro, reduzindo o contraste na imagem. Vale ressaltar que, tanto o espalhamento de Rayleigh e Mie são dependentes do comprimento de onda (a atmosfera afeta os menores comprimentos de onda), e os seus efeitos serão diferentes em diferentes comprimentos de onda.

Além dos efeitos atmosféricos, o mal funcionamento dos sistemas sensores podem também influenciar no brilho da imagem. O problema mais comum ocorre quando um detector para completamente de funcionar ou torna temporariamente saturado durante o imageamento (similar ao efeito de uma câmara com flash sobre a retina). O resultado é normalmente uma linha sem ou com altos valores numéricos.

Os métodos utilizados para a correção dos efeitos atmosféricos são métodos empíricos. Pode-se observar a radiância para alvos que apresentam uma reflectância próxima de zero. Por exemplo, a reflectância de corpos de água limpa e profunda, aproxima-se de zero na região do infravermelho próximo, e qualquer acréscimo considerável a este valor, para este tipo de alvo, representa a radiância de trajetória, deve ser subtraído de todos os pixel da cena, nesta banda. Vale lembrar que, deve-se assumir que cada banda para uma dada cena, deveria conter valores de nível de cinza (brilho) próximo ou igual a zero, mas que devido aos efeitos de espalhamento atmosférico, adiciona-se um valor constante para cada pixel na respectiva banda.

Outro procedimento de correção radiométrica, presente em muitas aplicações quantitativas de imagens digitais, é a conversão dos números digitais ou valores de brilho em valores de radiância absoluta. Estas conversões são necessárias quando as alterações na reflectância absoluta dos alvos são medidas, utilizando diferentes

sensores. Do mesmo modo, tais conversões são importantes no desenvolvimento de modelos matemáticos que descrevem fisicamente a imagem, em termos de medições quantitativas feitas no terreno.

## **2.5 - Sistema de Posicionamento Global (GPS)**

O sistema GPS, formalmente NAVSTAR-GPS (*NAVgation System with Time and Ranging*) é um sistema de satélites de rádio navegação que fornece precisão em 3 dimensões para pontos em qualquer parte do planeta. Segundo Monico (2000), esse sistema foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América – DoD (*Department of Defense*), com o intuito de ser o principal sistema de navegação das forças armadas americanas. Está sob responsabilidade do *JOINT PROGRAM OFFICE (JPO)*, localizado na Base aérea de Los Angeles, USA.

A concepção do sistema GPS permite que um usuário, em qualquer local da superfície terrestre, ou próximos a ela tenha no mínimo quatro satélites. O princípio básico de navegação pelo GPS consiste na medida de distâncias de um ponto de coordenadas conhecidas, o satélite, para pontos da Terra, mar e ar que tivessem suas coordenadas a determinar.

O sistema de posicionamento global consiste em 3 segmentos:

- Segmento Espacial;
- Segmento de Controle;
- Segmento Utilitário.

### **2.5.1 Segmento Espacial**

Segundo Monico (2000), o segmento espacial consta de 24 satélites distribuídos em seis planos orbitais igualmente espaçados, com quatro satélites em cada plano, numa altitude de aproximadamente 20.200 Km. Os planos orbitais são inclinados 55° em relação ao Equador e o período orbital é de aproximadamente 12 horas siderais. Dessa forma, a posição do satélite se repete a cada dia, 4 minutos antes, que a do dia anterior. Essa configuração garante que, no mínimo 4 satélites possam ser vistos de qualquer lugar da superfície terrestre. As figuras abaixo ilustram a constelação de satélites e a distribuição dos mesmos em cada um dos planos orbitais

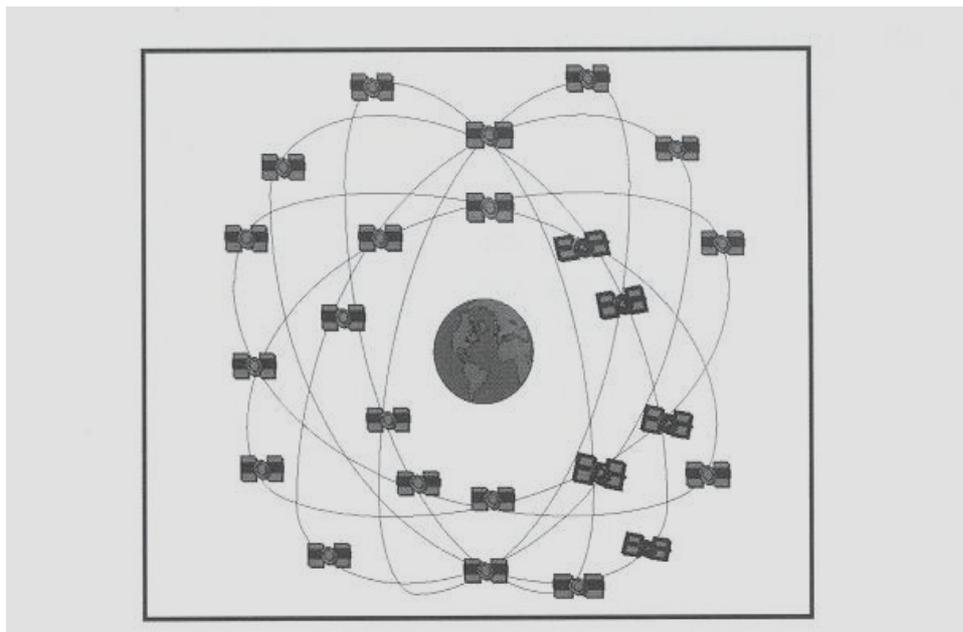


Figura 2 – Constelação de Satélites GPS

Inicialmente o sistema foi planejado para 3 planos de órbita de  $63^\circ$  de inclinação com oito satélites cada e como já foi dito anteriormente, tem-se 6 planos de órbita com inclinação de  $55^\circ$  e 4 satélites para cada órbita.

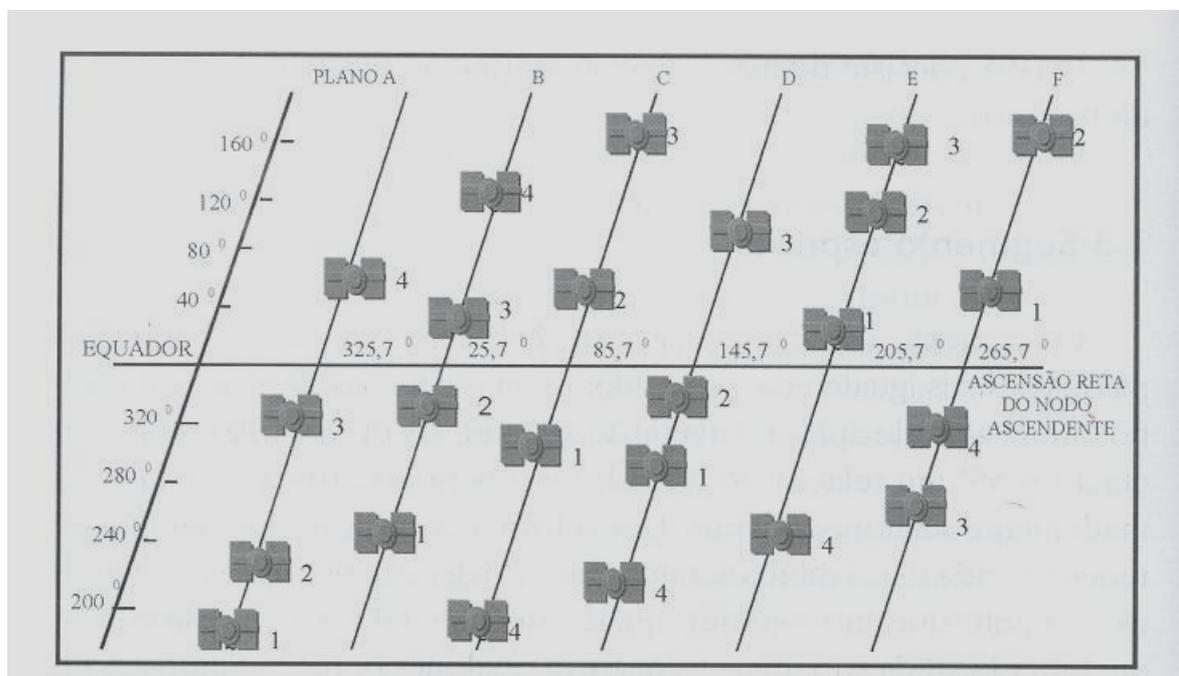


Figura 3 - Distribuição dos Satélites

Cada satélite GPS transmite duas ondas portadoras L1 e L2. Elas são geradas por osciladores altamente estáveis que geram uma frequência fundamental de 10,23 MHz, a qual é multiplicada por 154 e 120, respectivamente.

Sobre essas frequências portadoras modulam-se os sinais de navegação conhecidos como códigos. O código P é modulado sobre L1 e L2 o código C/A é modulado sobre portadora L1. Estes códigos defasados de 90° entre si são grupos de seqüência binárias que apresentam características de ruído aleatório, por isso chamado de *Pseudo Random Noise*, PRN.

Sobre as duas portadoras L1 e L2 são transmitidas as mensagens de navegação dos satélites. Estas mensagens são constituídas de 50 palavras de 30 bits cada com duração de 30 segundos, o que propicia uma mensagem de 1500 bits.

### 2.5.2 Segmento Controle

O segmento de controle constitui-se de um conjunto de estações de controle cujas funções são:

- a) controlar o sistema de satélite em tempo contínuo;
- b) prever as efemérides do satélite assim como monitorar os relógios do satélite;
- c) transmitir periodicamente as mensagens de navegação para os satélites.

Estas estações são a *Master Control Satation*, (MCS), as *Monitoring Station* (MS) e as *Ground Antenas* (GA).

As MS recebem os sinais dos satélites visíveis e determinam as *pseudo-ranges*. Estas são enviadas para a MCS juntamente com as condições meteorológicas locais. A partir destes dados a MCS calcula as efemérides dos satélites bem como o comportamento dos relógios, que compõe a mensagem de navegação. Estas mensagens de navegação são enviadas para as GA que as transmite para os satélites.

De acordo com Seeber (1993) pelo menos 3 mensagens por dia são enviadas para cada satélite. Planeja-se incrementar a quantidade de MS para que as informações de órbitas satisfaçam as necessidades de posicionamento geodésico, uma vez que para fins de navegação a quantidade e distribuição das MS existente são suficientes.

### **2.5.3 Segmento Utilitário**

Este segmento é constituído de todos o equipamentos utilizados para recepção dos sinais GPS. Os receptores GPS se constituem de uma antena, um pré-amplificador e uma unidade receptora onde estão integrados todos os elementos eletrônicos necessários ao controle, registro e visualização dos dados. Estes receptores basicamente têm um oscilador muito estável.

É a parte também do segmento utilitário todos os programas para processamento e planejamento das operações GPS.

### **2.5.4 Técnicas de Posicionamento GPS**

Posicionamento diz respeito a determinação da posição dos objetos com relação a um referencial específico. Pode ser dividido em Posicionamento Absoluto ou conhecido também como Posicionamento por Ponto, que segundo Monico (2000), é quando as coordenadas são associadas diretamente ao geocentro, Posicionamento Relativo, no caso em que as coordenadas são calculadas em função de um referencial materializadas em vértice e de coordenadas conhecidas. Além disso, o objeto pode estar em repouso, ou em movimento. No primeiro caso, trata-se de um posicionamento estático e o segundo diz respeito ao posicionamento cinemático. Neste trabalho serão abordadas técnicas de posicionamento relativo que foram usadas no levantamento dos pontos de controle da área estudada.

Para realizar o posicionamento relativo o usuário deverá dispor de dois ou mais receptores. Atualmente com o advento dos sistemas de controle ativos essa afirmação não é mais verdadeira. Mesmo o usuário possuindo somente um receptor, ele poderá fazer posicionamento relativo. Deverá, para tal, acessar os dados de uma ou mais estações pertencentes aos sistemas de controle ativos, como por exemplo o INCRA, IBGE ou empresas particulares.

Associados a qualquer tipo de posicionamento (Absoluto e Relativo), estão basicamente quatro observáveis. Observável é o termo utilizado na linguagem GPS pra dizer aquilo que é observado. As duas principais observáveis são:

- a) Pseudodistâncias com uso do código;
- b) Fase de portadora ou diferença de fase da portadora.

Serão abordados em seguida algumas considerações básicas sobre o posicionamento relativo estático, estático rápido, semicinemático e cinemático.

#### **2.5.4.1 Posicionamento Relativo Estático**

Nesse tipo de posicionamento o rastreamento é feito usando-se dois ou mais receptores, que rastreiam simultaneamente satélites visíveis por um período de tempo que pode variar de no mínimo 20 minutos, até algumas horas. A observável normalmente adotada é a dupla diferença de fase de batimento da portadora. Os casos em que se tem duas observáveis proporciona uma melhora considerável na acurácia (Monico, 2000).

A precisão do ponto tem uma ligação direta com o tipo de antena usada, tempo de medição, geometria dos satélites e da distância as bases. O ideal é que se trabalhe com dois ou mais receptor fazendo posicionamento simultâneo, um funcionando como base e outro como móvel. Se isso não é possível, o ideal é trabalhar com linhas de base curtas, ou seja, até 20 Km. Caso nenhuma das duas opções anteriores possam ser atendidas, trabalha-se com linhas de base longas sabendo que o posicionamento poderá ficar menos preciso.

#### **2.5.4.2 Posicionamento Relativo Estático Rápido**

O posicionamento relativo estático rápido segue o mesmo princípio do posicionamento relativo estático. A diferença diz respeito ao período de ocupação do ponto de interesse, que não passa de 20 minutos. A utilização desse método é propícia em levantamentos onde se deseja uma alta produtividade, mas há muitas obstruções entre os pontos a serem levantados. É adequado quando se tem linha de base curta, podendo-se também utilizar receptores de simples (L1) ou dupla (L1 e L2) frequência.

Segundo Seeber (1993), uma outra possibilidade diz respeito a reocupação de todas estações, depois de um intervalo de 50 a 120 minutos. Os dois arquivos são tratados como único, mas com a presença de perca de ciclos entre eles. Nesse intervalo, os satélites, se deslocaram alterando toda a geometria, o que é importantíssimo para resolver os problemas de ambigüidade. Esse procedimento não é muito usado nos receptores GPS mais modernos, mais contribuiu bastante para o desenvolvimento das técnicas de posicionamento.

### **2.5.4.3 Posicionamento Relativo Semi-cinemático**

O posicionamento relativo semi-cinemático baseia-se no fato que a geometria entre as duas estações (base e móvel) se altere. Dados são coletados por curtos períodos de tempo na mesma estação. O intervalo de tempo entre duas coletas deve ser de 20 – 30 minutos aproximadamente para que a geometria dos satélites se modifique. O método exige que os receptores rastreiem os mesmos satélites, durante o posicionamento as outras estações. Isso requer um cuidadoso planejamento para o levantamento dos pontos.

### **2.5.4.4 Posicionamento Relativo Cinemático**

No posicionamento relativo cinemático, um receptor de ponto conhecido permanece fixo ou estático (base). Um outro receptor move-se e, por conseguinte a distância geométrica do satélite ao receptor móvel varia a cada momento, ou em função do tempo ou em função da distância.

A observável fundamental é a fase da onda portadora, embora a pseudodistância seja importante para resolver os problemas de ambigüidade.

## **2.6 – Ajustamento de Observações**

A correção geométrica pode ser interpretada como um problema de transformações de coordenadas pelo método dos mínimos quadrados, e os resultados conhecidos do método dos mínimos quadrados podem ser aplicados para corrigir o problema.

Já foi dito anteriormente que as coordenadas obtidas no espaço objeto e no espaço imagem podem ser modeladas por um modelo de transformação. Normalmente são utilizados modelos polinomiais, mas outros modelos de transformações podem ser usados, tais como, equação projetiva, transformação da similaridade etc.

Os modelos de transformação modelam a realidade física do terreno imageado, onde as coordenadas da imagem, medidos em linhas e colunas, são modeladas em função das coordenadas de mapa, obtidas mediante a um sistema de projeção e um sistema de referência e também aos coeficientes do modelo que são desconhecidos.

As coordenadas obtidas na imagem são estáveis, mas são sujeitas a erro devido

as limitações da resolução espacial da imagem e a dificuldade de localização de feições na imagem.

O problema do método dos mínimos quadrados é determinar o valor dos coeficientes do modelo de transformação, que minimizam a soma dos quadrados dos resíduos.

$$\Sigma = V^t P V = \text{mínimo}$$

Onde:  $\Sigma$  = soma dos quadrados dos resíduos;

$V$  = vetor dos resíduos;

$P$  = matriz peso.

Vale como exemplo utilizar a transformação afim (polinômio de 1º grau) para mostrar como os valores dos coeficientes são calculados.

$$\begin{aligned} x &= aX + bY + c + v \\ y &= dX + eY + f + v \end{aligned} \quad (2.7)$$

Onde:  $x, y$  = coordenadas dos pontos de controle na imagem (linhas e colunas);

$X, Y$  = coordenadas dos pontos de controle medida numa carta ou GPS;

$a, b, c, d, e, f$  = coeficientes do modelo de transformação (6 parâmetros para uma transformação afim).

Levando-se em conta que são necessários vários pontos para o cálculo dos coeficientes da transformação a ser utilizada vai-se recorrer ao uso de matrizes. Desta forma, o modelo linear será:

$$AX + L = V \quad (2.8)$$

Onde:  $A$  = matriz retangular com derivadas parciais das observações em relação aos parâmetros

$X$  = vetor das correções aos parâmetros aproximados;

$V$  = vetor dos resíduos;

$L$  = representa a diferença entre os valores observados pelo valor das observações obtidas com o modelo matemático a partir dos parâmetros aproximados;

A solução com aplicação do método dos mínimos quadrados obtém-se com a expressão:

$$X = N^{-1}U \quad (2.9)$$

$$X_a = X_o + X \quad (2.10)$$

Onde:  $X$  = vetor com as correções aos parâmetros aproximados;

$X_o$  = vetor com os parâmetros aproximados;

$X_a$  = vetor com os parâmetros ajustados;

$N = A^tPA$  representa uma matriz quadrada e simétrica com os coeficientes das equações normais;

$V = A^tPL$  representa os termos independentes do sistema de equações lineares.

Segundo Ford *et. al* (1985), um bom ajustamento para um determinado modelo de transformação pode ser avaliado pela soma dos quadrados dos resíduos para as coordenadas  $X$  e  $Y$ . Essas somas tem uma distribuição qui-quadrado com  $n-p$  graus de liberdade, onde  $n$  é o número de observações (pontos de controle) e  $p$  é a quantidade de parâmetros que depende do modelo matemático. A região de confiança a um nível de significância  $\alpha$  é:

$$\chi^2_{\alpha/2, n-p} < V^tV < \chi^2_{- \alpha/2, n-p}$$

onde  $\chi^2_{\alpha/2, n-p}$  é o valor da distribuição qui-quadrado a um nível de significância  $\alpha$  e  $n-p$  graus de liberdade. Se a soma dos quadrados das coordenadas não ficar dentro da região de confiança, existe algum problema no que concerne sobre a escolha do modelo de transformação.

## 2.7 – Definição da Quantidade de Pontos de Controle

No estudo das definições da quantidade de pontos de controle para a correção geométrica de imagens orbitais, procurou-se definir um valor através do cálculo do tamanho de amostras. Esse procedimento é utilizado para testes de qualidade de cartas, testes de qualidade de modelos numéricos do terreno, etc.

Segundo Pereira (1978), o tamanho de uma amostra pode ser definido aplicando-se uma função estatística definida em função do intervalo de confiança Z, do erro amostral relativo, da média amostral, do desvio padrão amostral e tamanho da população. Esta função, assim como sua aplicação será apresentada no capítulo 03.

### **2.7.1 – Tipos de Amostragem**

Dependendo do tipo de informação a ser analisada, faz-se necessário definir um processo de amostragem e o tipo que melhor modele a população.

Existem algumas razões para o uso de amostragem. Eis o uso da amostragem em levantamentos de grandes populações. São elas:

1 – Economia. Em geral, torna-se bem mais econômico o levantamento de somente uma parcela da população;

2 – Confiabilidade dos Dados. Quando se pesquisa um número reduzido de elementos, pode-se dar mais atenção aos casos individuais, evitando erros nas respostas;

3 – Tempo. Gasta-se muito menos tempo coletando dados referentes a uma amostra em relação a população e dependendo da situação, mesmo que haja recursos torna-se inviável;

4 – Operacionalidade. Na coleta de pontos de controle de uma imagem orbital, torna-se impossível coletar todos os pontos (pixels) presentes numa imagem, não só pelo tempo mas também impossibilidade de localizar feições no espaço imagem, além da grande quantidade de pixels presentes numa imagem.

Segundo Rocha (2002), na avaliação geométrica de mapas digitais, a população em evidência consiste de informações geográficas cartografadas, ou seja, registradas no mapa. O número de funções cartografadas varia em função do tamanho da região urbana a ser mapeada e da taxa de ocupação urbana a ser mapeada. Mesmo as regiões urbanas poderão apresentar centenas, milhares, dezenas de milhares de feições registradas. São lotes, construções, quadras, ruas, postes, árvores, etc.

O mesmo não ocorre para imagens orbitais principalmente em áreas urbanas, pois dependendo da resolução espacial da imagem e da limitação do sistema sensor é impossível de localizar alguma feição presente na imagem que possa ser localizado no espaço objeto (terreno). Em imagens, cuja resolução espacial é grande, as feições mais

freqüentes são pontes, cruzamento de rodovias etc, ou seja, possui um número bem limitado de feições.

Na inviabilidade de se coletar todos os pontos de controle presentes numa imagem para uma avaliação geométrica parte-se para o recurso de definir uma quantidade de pontos que melhor representa toda a população (todos os pixels da imagem), dentro de um intervalo previamente definido e com um erro amostral tolerável.

Existem basicamente dois tipos de amostras: amostras aleatórias e não aleatórias.

As amostras aleatórias podem ser divididas em amostras aleatórias simples, amostras aleatórias sistemáticas e amostras aleatórias estratificadas.

As amostras aleatórias simples caracterizam-se por ter como propriedade que, qualquer subconjunto da população, com o mesmo número de elementos, tem a mesma probabilidade de pertencer a uma dada amostra. As amostras sistemáticas utilizam um sorteio para definição do primeiro elemento da amostra e os demais elementos são adicionados por meio de uma adição homogênea. As amostras aleatórias estratificadas consistem em dividir a população em subgrupos homogêneos.

As amostras não aleatórias são muito difíceis ou, até mesmo impossível. Em geral, as técnicas de amostragem não aleatórias procuram gerar amostras que, de alguma forma, representam bem a população de onde foram extraídas.

## CAPÍTULO III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 3.1 – Localização Geográfica

O município de Porto Alegre possui uma área total de 495,53 Km<sup>2</sup>, está localizado na região leste do estado do Rio Grande do Sul, com 30 Km de comprimento sentido norte-sul (latitude) e 15 Km de largura sentido leste-oeste (longitude). A sua população é de aproximadamente 1.360.590 habitantes. Está localizada entre as coordenadas geográficas 29° 50' S e 30° 14' S de latitude e 51° 16' O e 51° 59' O de longitude.

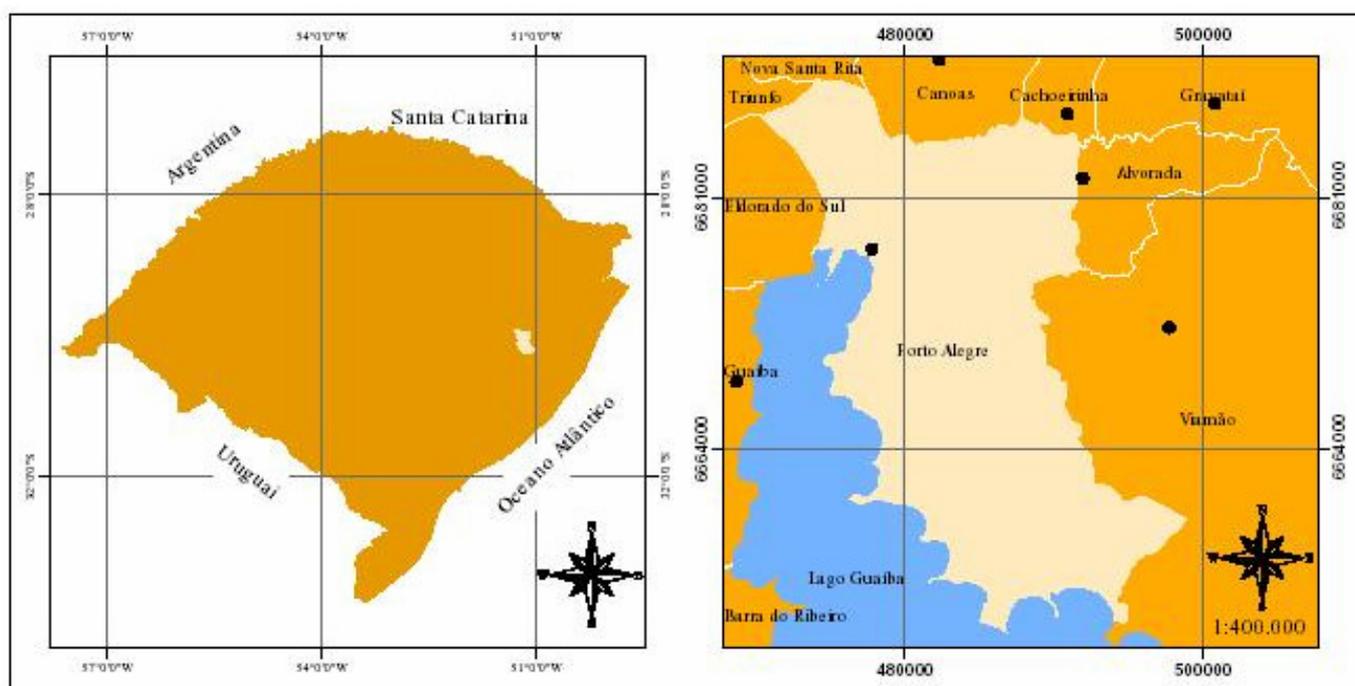


Figura 4 – Área de Estudo

### 3.2 – Escolha da Área de Estudo

A escolha da área de estudo deve-se pelos seguintes fatores:

- Disponibilidade de uma imagem CBERS-I da região de Porto Alegre;
- Facilidade e rapidez para a realização do trabalho de campo na identificação dos pontos de controle;
- Grande disponibilidade de cartas do município em diferentes escalas;
- A região agrega ambientes urbanos e rurais, topografia levemente acidentada e massa hídrica em abundância.

### 3.3 – Materiais e Métodos

Ao longo de todo o trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- Cartas da DSG - Exército na escala 1:50000, componente da cartografia sistemática brasileira;
- Imagem Orbital, CBERS-I, bandas 1, 2, 3 e 4, com resolução espacial de 20m, órbita/ponto 157/134, data da passagem 03 de janeiro de 2001 às 13:32:38 hs, adquirida pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;
- Microcomputador. Impressoras, cartas, fotos aéreas;
- Softwares específicos para o processamento das imagens, e para processamento dos pontos coletados com receptor GPS;
- Receptores GPS

### 3.4 – Softwares

#### ENVI (*Environment for Visualizing Images*)

ENVI é um software para processamento de imagens em sensoriamento remoto/SIG. Aliando ferramentas de alto desempenho, facilidade de uso e velocidade de processamento.

O ENVI permite que o usuário faça:

- Análise de imagens hiperespectrais, pancromáticas, multiespectrais e dos vetoriais;
- Visualização e análise de MDT'S em 3D;
- Elaboração de mosaicos e cartas imagem.
- Ferramentas para o tratamento de fotos aéreas;

- Tratamento e imagens de radar, particularmente úteis para presença de nuvens.
- Análise de estado da superfície e reconhecimento de culturas agrícolas;
- Cálculo de índices de vegetação;
- Análise espectral para uma possível estresse da cultura;
- Detecção e classificação de um objeto.

O ENVI foi desenvolvido a partir de uma IDL (*Interactive Data Language*). Isso lhe garante robustez, velocidade e sofisticação sem a necessidade de um equipamento poderoso. Uma grande vantagem desse software é que o usuário possui acesso livre a linguagem IDL, ou seja, pode-se expandir suas funcionalidades ou criar suas próprias rotinas, customizando o software.

A arquitetura do ENVI permite que o usuário possa trabalhar com imagens dos principais fornecedores como: Landsat, SPOT, RADARSAT, NASA, NOAA, Terra, Space Imaging, Data Center, etc. Permite-se também trabalhar com imagens de alta resolução, tais como, as imagens obtidas dos sensores Ikonos e Quickbird.

### ProMARK X-CM

O ProMARK X-CM é um receptor GPS portátil de 10 canais paralelos destinado a coletar dados de pseudo distâncias. Esse modelo foi desenvolvido para profissionais que necessitam de um alto nível de precisão na marcação de áreas geográficas.

È um receptor de fácil manipulação e rápido. O usuário também pode configura muitos parâmetros de operação e apresentação da unidade, incluindo modo de operação (2D, 3D ou chaveamento automático), sistemas de coordenadas da posição (Geodésico, UTM, Grade Inglesa, definido pelo usuário e outros) e referência de altitude.

O ProMARK X-CM exibe a altitude como altura sobre o elipsóide (do datum selecionado) ou como altura ortométrica (altura acima do nível do mar). A altura geoidal usada pode ser de um modelo interno da unidade ou um valor introduzido pelo usuário.

Ele armazena até 500 waypoints, e 10 rotas de até 20 pernas cada. Além disso, a unidade tem memória suficiente para permitir até 9 horas de dados de campo, sem necessidade de utilização de uma unidade armazenadora separada. Os dados são descarregados em um PC para pós-processamento. A memória é protegida contra uma perda de energia inadvertida por uma bateria interna de lítio recarregável.

O ProMARK X-CM é geralmente capaz de fornecer 12 metros e precisão horizontal em operação autônoma e na ausência da disponibilidade seletiva (SA). Esta precisão pode ser melhorada usando-se o software (MSTAR) de pós-processamento Magellan para cálculo diferencial. O pós-processamento diferencial pode alcançar 2 m de precisão horizontal.

Precisões Centimétricas (15mm+3ppm) e Submétricas (0,9 metros RMS) podem ser obtidas usando-se o Módulo de fase da portadora so software de pós processamento e uma antena resistente a multi- caminhamentos opcionais.

Com o ProMARK X-CM permite que os dados possam ser exportados para diferentes SIG'S e CAD'S de modo que os dados obtidos no formato do ProMARK X-CM podem ser facilmente transformados para o formato RINEX (*Receiver Independent Exchange*).

### MSTAR

MSTAR (Magellan Transformação Submétrica, Análise e Retificação) é um sistema para pós-processamento diferencial dos dados do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Ele contém todas as feições necessárias para planejar, processar, amostrar e analisar os dados coletados de um receptor ProMARK X ou ProMARK X-CM, ou qualquer outro receptor com capacidade de trabalhar com os dados no formato RINEX.

O MSTAR possui uma ferramenta de comunicação, que é o subsistema MCOMM. O MCOMM proporciona uma interface facilmente configurável seja para receber os dados do receptor como para mandá-los. Esse subsistema provém de uma falha tolerante em sua capacidade de transferência, prevenindo uma perda valiosa dos dados.

Com o MSTAR o usuário fica habilitado a:

- Planejar uma sessão de coleta de dados;
- Transferência dos dados do receptor PROMARK X-CM;
- Análise estatística dos dados;
- Configuração da sessão no processamento diferencial estático ou cinemático;
- Amostra numérica e gráfica dos resultados;
- Pós-processamento de uma única sessão ou de múltiplas sessões;

### TGO – Trimble Geomatic Office

TGO é uma aplicação para processamento e administração dos dados de posicionamento global (GPS). Ele integra tarefas comuns em um só pacote. Tarefas tais como:

- Processamento de dados de levantamento GPS, convencionais e de nível;
- Garantia de qualidade e controle de qualidade de dados (QA/QC);
- Importação e exportação de dados de projeto de levantamento, estradas etc;
- Modelagem e contorno digital do terreno;
- Transformações de projeções e de Datums
- Criação de um sistema de coordenadas da Terra e definições de site, com base em centenas de sistemas de coordenadas publicadas em todo mundo;
- Coleta de dados em GIS (*Geographic Information System*) e exportação de dados;
- Seleção de pontos e observações;
- Codificação da característica;
- Relatório de projetos;
- Gerenciamento de projetos de levantamento;
- Processamento das linhas-base GPS;
- Ajuste da rede de levantamentos para dados GPS e convencionais;

Esse software oferece a liberdade para se usar qualquer instrumento de levantamento necessário para o trabalho – um receptor GPS, uma estação total, nível ou um telêmetro a laser, ou seja, aceita uma gama diversificada de dados tais como:

- Observações convencionais não processadas do coletor TDS da TRIMBLE;
- Dados GPS não processados, tanto TRIMBLE como RINEX;
- Dados GPS em tempo real;
- Observações convencionais em formatos nativos de outros fabricantes, incluindo Leica, Nikon, SDMS, Sokkia e Topcon;
- Dados de nível digital (TRIMBLE DiNi, Leica e Zeiss);
- Dados ASCII personalizados;

### 3.5 – Desenvolvimento da Metodologia

O fluxograma abaixo apresenta, de forma ilustrativa, as etapas e os procedimentos metodológicos implementados para atingir os objetivos propostos neste projeto.

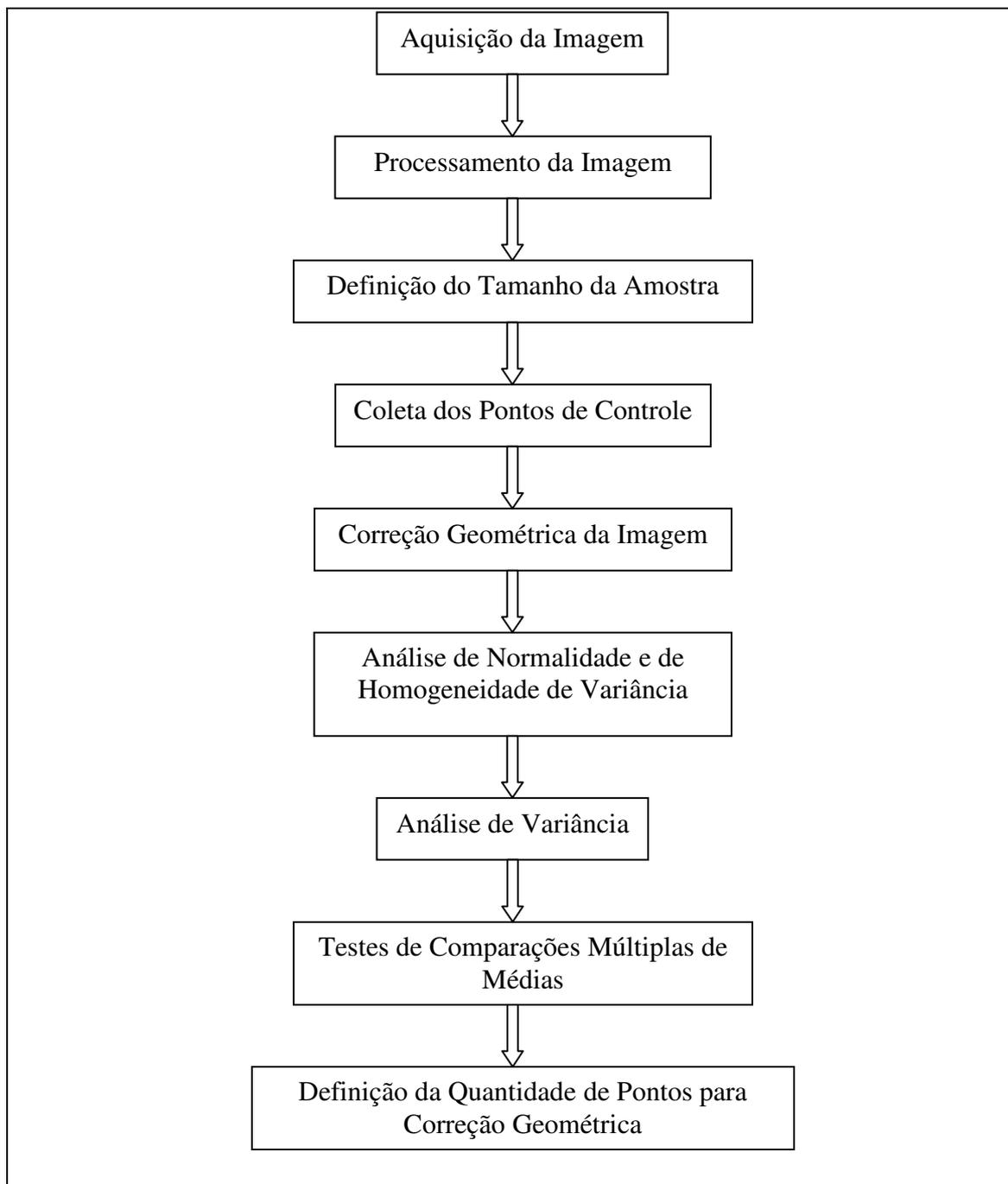


Figura 5 – Fluxograma ilustrando o desenvolvimento da metodologia

### 3.5.1 Imagem

Foi utilizada nesse trabalho uma imagem do satélite CBERS-I, resultado de uma parceria entre os governos do Brasil e da China. O satélite CBERS-I é composto de dois módulos. O módulo "carga útil" acomoda os sistemas ópticos (CCD - High Resolution CCD Cameras, IRMSS - Infra-Red Multispectral Scanner e WFi - Wide Field Imager) e os eletrônicos usados para observação da Terra e Coleta de Dados. O módulo "serviço" contém os equipamentos que asseguram o suprimento de energia, os controles, as telecomunicações e demais funções necessárias à operação do satélite.

O satélite CBERS-I está em uma órbita heliosíncrona a uma altitude de 778 km, completando cerca de 14 revoluções da Terra por dia. Este tipo de órbita é tal que o satélite cruza o equador sempre na mesma hora local, 10:30 da manhã, provendo assim as mesmas condições de iluminação solar para tornar possível a comparação de imagens em dias diferentes. O satélite demora 26 dias para retornar ao mesmo ponto de cobertura da Terra.

Uma característica exclusiva do CBERS-I é a diversidade de instrumentos sensores com diferentes resoluções espaciais e frequências de coleta de dados.

#### **a) Imageador de Largo Campo de Visada (WFI - Wide Field Imagem):**

- WFI imagea uma faixa de 890 km de largura;
- Resolução espacial de 260 x 260 m;
- Em cerca de 5 dias obtém-se uma cobertura completa do globo em duas bandas espectrais centradas em: 0,66 $\mu$ m (vermelho) e 0,83 $\mu$ m (infravermelho próximo)
- Sem espelho de visada lateral
- 2 bandas:
- Banda 10: 0.63 a 0.69  $\mu$ m
- Banda 11: 0.77 a 0.89  $\mu$ m

#### **b) Câmera CCD de alta resolução (CCD - High Resolution CCD**

##### **Camera):**

- CCD fornece imagens de uma faixa de 113 km de largura
- Resolução espacial de 20 m;
- Esta câmera tem capacidade de obtenção de imagens estereoscópicas;
- Qualquer fenômeno detectado pelo WFI pode ser focalizado pela Câmera CCD;
- CCD opera em 5 faixas espectrais incluindo uma faixa pancromática;

- São necessários 26 dias para uma cobertura completa da Terra- Espelho de visada lateral: como no SPOT, com  $\pm 32$  graus;

- Gravador de bordo para apenas um canal (CCD1 ou CCD2)

*5 bandas (4 multiespectrais + 1 pancromática):*

- Banda 1: 0.45 a 0.52  $\mu\text{m}$

- Banda 2: 0.52 a 0.59  $\mu\text{m}$

- Banda 3: 0.63 a 0.69  $\mu\text{m}$

- Banda 4: 0.77 a 0.89  $\mu\text{m}$

- Banda 5: 0.51 a 0.73  $\mu\text{m}$

**c) Câmera de varredura no infravermelho (IR-MSS - Infrared**

**MultispectralScanner):**

- IR-MSS tem 4 faixas espectrais e estende o espectro de observação do CBERS-I até o infravermelho termal;

- Faixa de 120 km de largura;

- Com uma resolução de 80 m (banda 1, 2 e 3), 160 m na banda termal (banda 4);

- Em 26 dias obtém-se uma cobertura completa da Terra

- Sem espelho de visada lateral.

*4 Bandas (1 pancromática + 3 infravermelha):*

- Banda 1: 0.50 a 1.10  $\mu\text{m}$

- Banda 2: 1.55 a 1.75  $\mu\text{m}$

- Banda 3: 2.08 a 2.35  $\mu\text{m}$

- Banda 4: 10.4 a 12.5  $\mu\text{m}$

A imagem utilizada neste trabalho é uma imagem corrigida, ou seja, é reamostrada para corrigir as distorções geométricas da mesma. Foi corrigida ao nível 1 pelo método da convolução cúbica orientada para Norte e o elipsóide de referência é o WGS84. Sua aquisição foi feita junto ao INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e a data de processamento foi no dia 17 de julho de 2001.

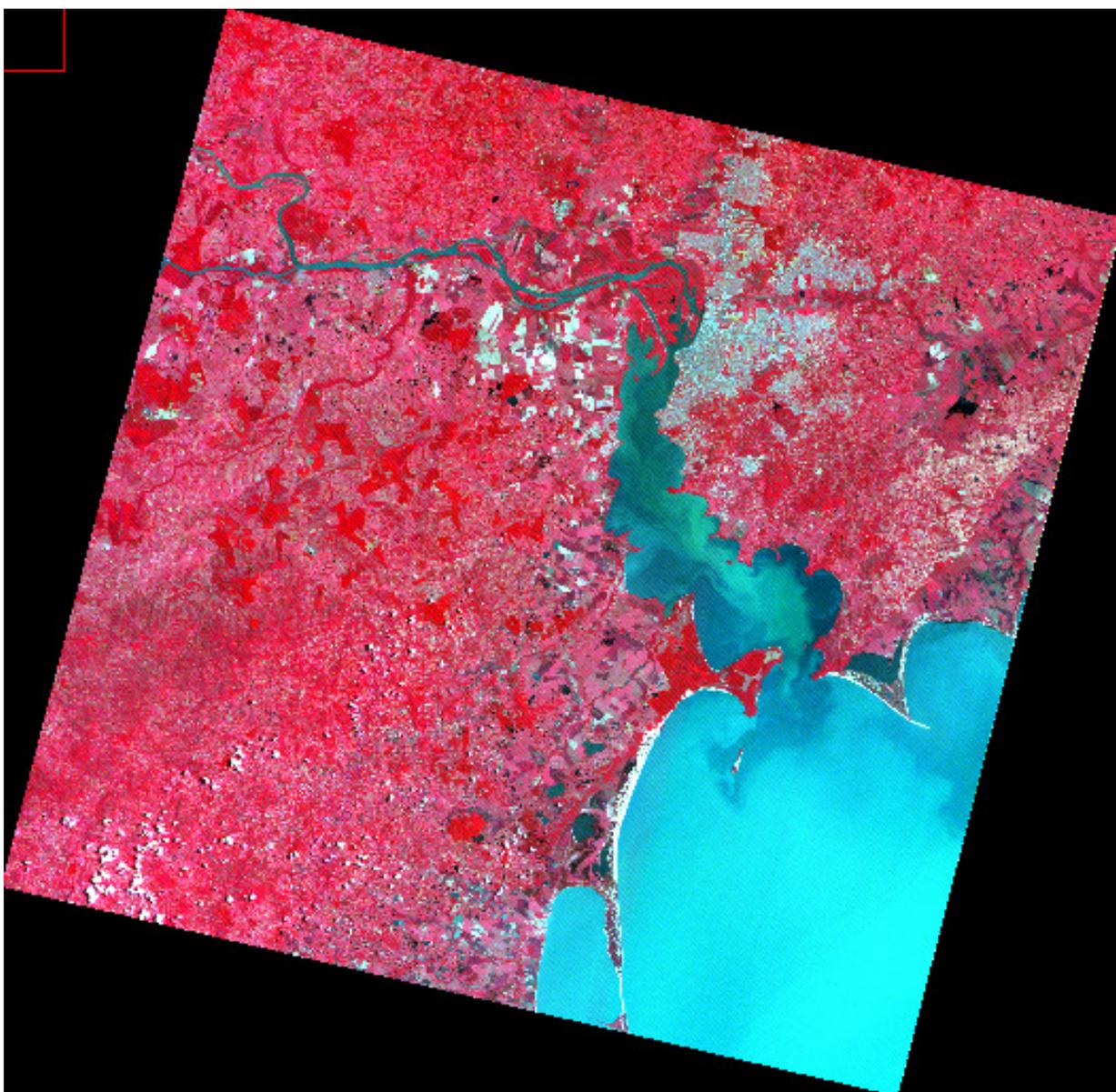


Figura 6 - Cena Inteira composição colorida RGB (432) – Porto Alegre

A imagem do satélite CBERS-I utilizada neste trabalho é uma imagem do sensor CCD e possui 4 bandas com resolução espacial de 20m. Entretanto, foram utilizadas somente as bandas 2, 3 e 4 pois a banda 1 apresentava várias distorções e uma grande quantidade de ruídos tornando-se imprópria para o uso. Essa distorção é causada na

falha dos detetores. Pela figura 7 percebe-se a grande distorção na banda 1. Fazendo-se uma composição colorida RGB com as bandas 1, 2 e 3 respectivamente percebe-se o deslocamento na banda 1 (Banda 1 no canhão vermelho).

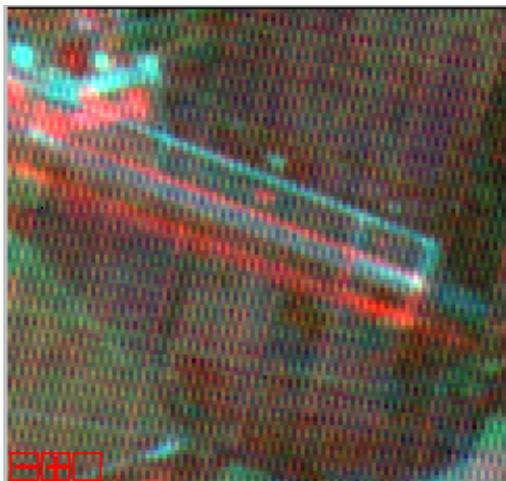


Figura 7 - Composição Colorida de uma Parte da Cena, mostrando a pista principal do aeroporto Salgado Filho / Porto Alegre – RS.

Pela figura 6 pode-se perceber que a imagem de Porto Alegre apresenta uma particularidade que é a presença de um grande corpo d'água, que é a lagoa dos Patos. Em função disso torna-se desapropriado a utilização de toda a cena, em virtude da dificuldade de se coletar pontos sobre corpos d'água, além da disponibilidade de tempo e recursos, tendo-se que efetuar o recorte de uma parte da cena como um todo prevalecendo somente as áreas urbanas. O recorte utilizado tem aproximadamente 2154 linhas por 1322 colunas, ou seja, 43 Km / 26,44 Km.



Figura 8 - Corte da Imagem – Banda 3(43/26 Km)

### 3.5.2 – Processamento da Imagem

Foi feito um tratamento na imagem, para melhorar a visualização das feições presentes na cena. Para que isso fosse possível foi realizado um processo de filtragem no domínio de Fourier e um realce linear 2% garantindo assim uma melhora visual na imagem.

### **3.5.2.1 – Realce**

As imagens oriundas dos sensores orbitais normalmente possui 8 bits, ou seja, elas são representadas por 256 níveis diferentes de cinza. Atualmente os sensores orbitais mais modernos possuem 11 bits, o que significa que essas imagens produzem 2048 níveis de cinza diferentes. Normalmente essas imagens são representadas por uma pequena parcela de níveis de cinza do total disponível e, além disso, são prejudicadas devido a presença da atmosfera e da geometria de iluminação da cena.

O olho humano é bastante limitado quanto a diferenciação de níveis de cinza, sendo que o sistema visual humano consegue discriminar somente 30 tons de cinza, por isso torna-se necessário fazer um devido tratamento na imagem para que a priori o próprio interprete possa fazer uma análise visual da mesma.

Realçamento numa imagem significa apenas aumentar o contraste da mesma, ou seja, as regiões escuras da imagem ficarão mais escuras e as regiões mais claras ficarão mais claras. Esse processo tem por pura e simplesmente a finalidade de melhorar a qualidade visual da imagem.

### **3.5.2.2 – Filtragem das Frequências Espaciais**

Numa imagem de sensoriamento remoto, considerando apenas uma das suas bandas espectrais, observa-se que os níveis de cinza (contador digital), variam em função da distância. Uma das características das imagens digitais é o parâmetro chamado Frequência Espacial. Ela é o número de vezes que determinado padrão se repete em determinadas direções, ou seja, é o número de mudanças no valor de brilho por unidade de distância para qualquer parte da imagem. Se existem poucas mudanças no valor numérico para áreas relativamente extensas, ela é chamada de baixa frequência. Monoculturas, reservatórios, são exemplos de regiões de baixa frequência. Por outro lado, se os valores numéricos mudam drasticamente sobre áreas relativamente pequenas, ela é chamada de alta frequência. Limite entre diferentes tipos de plantações, limites entre áreas sombreadas, etc são exemplos de região com alta frequência.

A enorme mistura de frequências em uma imagem dificulta a interpretação de feições com frequências específicas. Para contornar esse problema e melhorar a aparência da distribuição espacial das informações, são utilizadas técnicas de filtragem.

Estas consistem em realçar seletivamente as feições de alta, media ou baixa frequência que compõe as imagens de sensoriamento remoto.

O processo de filtragem pode ser realizado tanto no domínio espacial como no domínio das frequências espaciais ou domínio de Fourier. Toda a imagem se encontra no domínio das frequências espaciais, onde por um processo de convolução onde a sua implementação é bem simples atendendo à grande maioria das necessidades em termos de imagens orbitais.

A filtragem no domínio das frequências é sem dúvida a mais poderosa e precisa, mas também bem mais complexa. A imagem utilizada no trabalho possui muitas falhas e ruídos visíveis, e a utilização de um processo de filtragem por convolução somente não ajudaria muito. Em virtude disso, levou-se a imagem para o domínio das frequências espaciais ou domínio de Fourier, através de um recurso existente no software ENVI, onde as informações tendem a se agrupar no centro da imagem.

As falhas e ruídos (altas frequências) tendem a se apresentar na forma de linhas ou pontos espalhados por toda a imagem. Em função disso, no domínio das frequências espaciais (domínio de Fourier) as máscaras foram definidas manualmente, para a eliminação dos ruídos e assim melhorar a aparência visual da imagem, para facilitar a coleta dos pontos de controle. Pelas figuras a seguir se percebe a diferença entre a imagem bruta e a imagem filtrada.

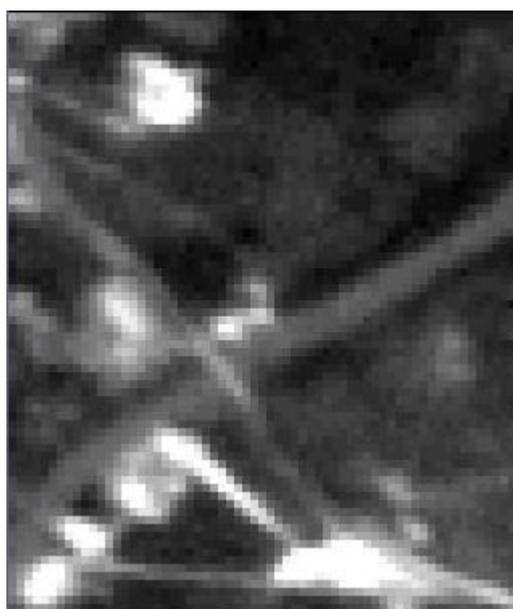


Figura 9 - Imagem Filtrada no domínio de Fourier



Figura 10 - Imagem Original

Removendo-se os ruídos da figura 10, gerou-se uma imagem filtrada que é a imagem na figura 9. Agora no domínio espacial, aplicou-se um filtro passa alta (filtro de convolução) para destacar ainda mais as feições de alta frequência na imagem, principalmente intersecções de estradas. Vale lembrar que, esse tipo de filtragem não permite um desempenho tão seletivo como o filtro de Fourier, ou seja, a filtragem no domínio das frequências espaciais nos permite uma maior flexibilidade.

O uso do filtro de convolução, em especial o filtro de passa alta, destacou áreas de alto contraste na imagem, alcançando então o objetivo para a seleção de pontos na imagem, sendo que para a eliminação dos ruídos e falhas, presentes na imagem, o filtro de Fourier apresenta resultados bem satisfatórios.

### 3.5.3 – Tamanho da Amostra

Desenvolveu-se um estudo de amostragem para o cálculo da quantidade de pontos para garantir um bom resultado na correção geométrica. Esse estudo foi feito por Rocha (2002), na verificação da exatidão posicional de um mapa digital comparando feições registradas no mapa com a posição real da feição no modelo da superfície terrestre. Itame (2002), utilizou os conceitos de amostragem para avaliação de um modelo numérico do terreno, comparando pontos coletados em campo com estação total (topografia) e pontos coletados no modelo, fazendo análise de tendência e de precisão.

O número mínimo de pontos necessários para a correção geométrica de uma imagem depende do modelo de transformação e o número máximo de pontos possíveis neste caso, são todos os pixels da imagem. Entretanto, selecionar todos os pixels numa imagem é uma tarefa fisicamente e economicamente impossível, e em função disso, procurou-se utilizar a fórmula para o cálculo do tamanho da amostra para definir uma quantidade de pontos que garanta bons resultados.

O tamanho da amostra foi calculado aplicando-se a fórmula apresentada por Pereira (1978).

$$n = \frac{Z^2 * \gamma^2 * N}{(N - 1) * \epsilon_r^2 + Z^2 * \gamma^2} \quad (3.1)$$

Onde  $n$  = tamanho da amostra;

$Z$  = Intervalo de confiança;

$N$  = Tamanho da População;

$\gamma = \frac{\sigma}{\mu}$

$\sigma$  = Desvio padrão amostral;

$\mu$  = Média amostral;

$\varepsilon_r$  = Erro amostral relativo.

Para calcular o valor do tamanho da amostra é necessário definir um valor para o desvio padrão amostral, para a média amostral, para o erro amostral relativo e para o tamanho da população. Os valores da média amostral e do desvio padrão amostral foram obtidos em função do erro gerado pela correção geométrica utilizando 50 pontos de controle (número total de pontos coletados em campo).

### **3.5.4 – Coleta dos Pontos de Controle**

Inicialmente, analisou-se toda a imagem para a escolha dos locais de coleta dos pontos de controle. Para tanto foram escolhidos 50 pontos identificáveis na imagem, em cartas na escala de 1:50000 e em fotografias aéreas. Adotou-se o critério de distribuição homogênea dos pontos de controle na imagem. Sendo assim, a cena foi subdividida em quadrantes de acordo com o número de pontos, ou seja, para 15 pontos subdividiu-se a imagem em 15 quadrantes e assim sucessivamente. Isso garante uma uniformidade na distribuição dos pontos de controle na imagem. A figura 11 mostra a distribuição dos pontos na imagem.

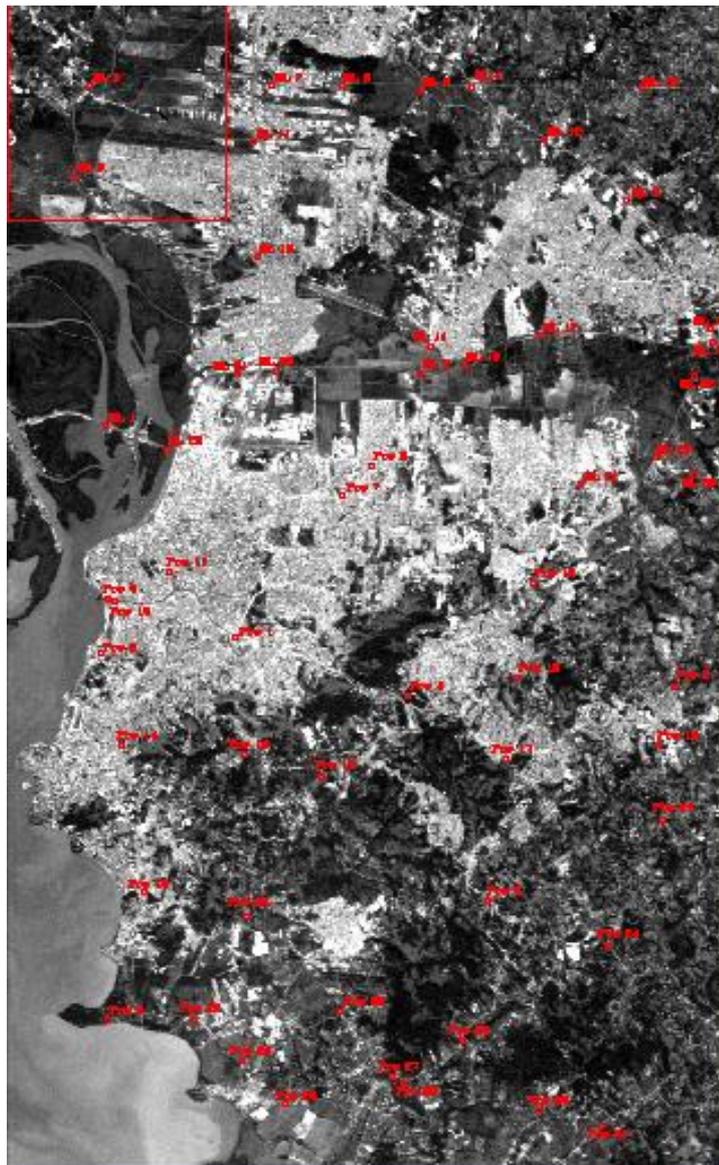


Figura 11 - Distribuição dos Pontos de Controle na Imagem

Neste trabalho foram coletados pontos que tivessem suas feições bem definidas na imagem e nas cartas. As cartas são datadas do ano de 1976, bem defasadas em relação à imagem que foi adquirida no ano de 2001, e conseqüentemente, haviam feições que eram bem identificáveis na imagem mas, que não eram nas cartas, sendo necessário o uso de fotografias aéreas para a identificação dos mesmos. O receptor *ProMARK-CM* funciona também como um GPS de navegação, em função disso, utilizou-se o receptor com o auxílio das cartas e das fotografias para que não houvesse dúvida que o ponto coletado fosse o mesmo identificado na imagem.

Como já foi dito anteriormente, a coleta dos pontos de controle foi realizada com um receptor *ProMARK-CM* da *Magellan*, que rastreia o código C/A e a fase L1.

Utilizou-se o posicionamento relativo estático rápido variando o tempo de rastreamento de 10 a 15 minutos em função dos obstáculos e do PDOP. O PDOP pode ser interpretado como o inverso do volume de um tetraedro formado pelas posições do usuário e dos satélites (MONICO, 2000). Quanto menor o valor do PDOP, melhor a configuração dos satélites para realizar o posicionamento e conseqüentemente maior será a precisão do ponto coletado. Procurou-se também com esse procedimento garantir a precisão dos pontos coletados. Na definição da qualidade posicional dos pontos de controle, adotou-se o critério de 1/3 da resolução geométrica da imagem. Para o caso específico do satélite CBERS-I, pixel de 20 m, este valor é de 6,67 m. Sendo Assim, para corrigir geometricamente a imagem, são necessários pontos com uma precisão de até 6,67 m. Com o receptor *ProMARK-CM* 10 minutos mostra-se ser suficiente para obter uma precisão desse nível.

Todos os pontos de controle foram coletados em coordenadas planas UTM utilizando o sistema de referência *World Geodetic System – WGS84* que está associado ao GPS. A antena foi fixada a uma altura de 2,00 metros, não sendo necessário uma altura maior, visto que, não houve maiores problemas em termos de obstáculos.

Cada fabricante de receptores GPS fornece um pacote de programas para o processamento dos dados. Isso gera uma situação tal que, o processamento só pode ser realizado em cada software específico. Como o receptor GPS *ProMARK-CM* é fabricado pela Magellan os pontos só podem ser processados no software Mstar que é o software implementado pela mesma empresa. Mas qualquer um desses softwares pode processar os pontos se eles estão no formato RINEX, que é um formato padrão.

No rastreamento e posterior processamento utilizou-se como estação fixa POAL, a estação base da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo), localizado no departamento de Geodésia da UFRGS. Ocorreu um problema no processamento dos pontos, onde os pontos da base, no formato RINEX, não abriam no software Mstar 2,07. O próprio software tem um aplicativo que permite a conversão dos pontos do formato do programa (\*.car) para o formato RINEX e vice-versa. Converteram-se todos os pontos para o formato RINEX, e utilizando o software TGO (*Trimble Geometric Office*) processou-se todos os pontos com saída para coordenadas geodésicas (Latitude e Longitude) no Datum WGS-84. O processamento foi realizado utilizando a fase da portadora (L1) garantindo uma maior precisão das coordenadas. Alguns pontos foram processados utilizando o código aumentando assim a imprecisão, mas dentro do limite aceitável comentado anteriormente (5 m).

Foi necessário que as coordenadas fossem então, transformadas para o sistema de referência SAD-69 por meio das equações com uso de coordenadas cartesianas que é a equação oficial utilizada pelo IBGE e as coordenadas geodésicas foram convertidas em coordenadas planas UTM, para que os pontos estivessem dentro do sistema de referência e de projeção citado pelas normas cartográficas brasileiras.

As coordenadas dos pontos e as suas precisões se encontram na tabela abaixo.

Tabela 1 – Pontos Coletados com GPS e suas respectivas precisões

	N (m)	Precisão (m)	E (m)	Precisão (m)
1	6682401,05	0,50	477466,59	0,39
2	6684736,06	0,32	488942,35	0,18
3	6691361,68	0,78	496407,65	0,37
4	6695386,46	0,06	490630,02	0,07
5	6694878,47	0,92	476568,25	1,02
6	6691411,51	0,53	476056,24	0,77
7	6695160,32	0,16	483319,59	0,09
8	6695286,45	0,40	485828,99	0,18
9	6695174,83	0,14	488785,80	0,39
10	6695524,33	0,13	496868,92	0,16
11	6693066,26	0,17	482577,18	0,17
12	6693518,63	0,32	493320,72	0,62
13	6688798,31	0,20	482902,18	0,30
14	6685744,88	0,08	489362,41	0,04
15	6685183,94	0,57	490543,90	0,65
16	6686300,25	0,23	493362,72	0,85
17	6686292,5	0,26	499681,14	0,56
18	6681606,21	0,29	479677,88	0,26
19	6680915,57	0,54	494935,54	0,45
20	6681965,84	0,31	497634,13	0,37
21	6681382,72	0,29	499108,25	0,28
22	6674774,03	0,04	482320,24	0,03
23	6673585,27	0,01	498516,72	0,09
24	6673980,85	0,04	477485,59	0,03
25	6672904,07	0,02	488712,43	0,02
26	6660517,1	0,04	477989,58	0,03
27	6665379,42	0,03	491821,18	0,03
28	6680114,85	0,11	486046,34	0,06
29	6681275,74	0,20	487220,85	0,24
30	6675954,12	0,50	477940,81	0,21
31	6677159,66	0,37	479905,62	0,36
32	6677241,13	0,86	493244,67	0,47
33	6673747,04	0,26	492745,88	0,11

34	6670693,45	0,42	478304,57	0,82
35	6670498,39	0,57	482822,72	1,47
36	6669813,32	0,54	485691,98	1,47
37	6670741,74	0,93	492364,75	0,80
38	6671440,94	1,09	497875,62	0,33
39	6665331,86	0,78	479235,57	0,57
40	6664511,73	0,48	483001,35	0,56
41	6668654,27	1,63	498224,55	0,67
42	6660701,55	0,49	481072,97	0,64
43	6661209,98	0,26	486401,06	0,83
44	6663984,1	0,81	496226,70	0,47
45	6659219,31	0,42	482905,00	0,72
46	6657675,84	0,40	484488,35	0,65
47	6658674,66	0,35	488834,25	0,83
48	6660268,5	0,08	491025,27	0,11
49	6657840	0,48	493933,57	0,46
50	6657300,47	0,36	496096,68	0,34

Uma vez coletados os pontos de controle, a imagem foi corrigida geometricamente com 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 pontos de controle para uma posterior análise estatística para o cálculo da quantidade de pontos de controle para a correção geométrica da imagem do satélite CBERS-1.

### 3.5.5 – Correção Geométrica da Imagem

O modelo de transformação foi escolhido de acordo com tipo de distorções presentes na imagem. As imagens fornecidas pelo sensor CCD do satélite CBERS apresentam as mesmas distorções presentes nas imagens oriundas de plataformas orbitais. Algumas se referem a plataforma do satélite: variações na posição, velocidade e atitude, outras referentes ao sensor: variação do tempo útil de varredura, registro entre bandas e desalinhamento da barra de detetores e erros devidos a rotação da terra e à esfericidade terrestre.

Segundo D'Alge (2003), as imagens do satélite CBERS já vem pré-corrigida geometricamente, o que é chamada de correção do sistema. É um sistema de correção feita por um modelo físico que leva em conta a situação de aquisição da imagem. Essa correção utiliza os dados de efemérides e de atitude transmitidos pelo satélite, parâmetros de funcionamento de cada instrumento e um modelo elipsoidal da terra. Segundo o próprio autor, todas as distorções mencionadas anteriormente são corrigidas.

Porém, como há erros na posição enviada do satélite e de atitudes, esses erros causam o chamado erro de posicionamento da imagem, ou seja, a imagem como um todo está deslocada em relação a sua posição verdadeira. As imagens fornecidas pelo satélite CBERS-1 possuem erros de atitudes significativos, que causam grandes distorções geométricas (além do erro de posicionamento). No satélite CBERS-2, esses erros estão mais minimizados.

Sendo assim, optou-se pelo modelo polinomial de 2ª ordem, além de uma análise de variância (ANOVA) dos erros residuais feita a priori onde foi encontrado um nível de significância de 90% para o modelo polinomial de segunda ordem e de 50% para o modelo polinomial de primeira ordem. Segundo Amer (1974), o modelo polinomial de 1ª ordem modela somente problemas referentes à escala, rotação, translação e não ortogonalidade entre os eixos na imagem causados pela variação na posição, velocidade e atitude da plataforma e também pelo efeito de curvatura terrestre e esfericidade. Segundo o próprio autor deve-se tomar muito cuidado com polinômios de grau maior, pois eles tendem a modelar os erros presentes nas imagens mascarando os resultados. Por isso optou-se também por não escolher polinômios de ordem mais elevada.

Para a correção geométrica da imagem, utilizaram-se oito observações de 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 pontos e uma observação de 50 pontos. Para testar os pontos de controle, optou-se por gerar o modelo matemático com menos um ponto e testar esse ponto que ficou de fora do cálculo do modelo matemático. Por exemplo, utilizando-se 15 pontos para corrigir a imagem geometricamente, calcula-se o modelo matemático com 14 pontos e o ponto que ficou de fora é utilizado como teste. Optou-se por essa metodologia para que todos os pontos pudessem ser testados. Esse processo foi realizado para todas as amostras e para todas as observações. Obedecendo-se ao critério quanto à distribuição espacial dos pontos de controle na imagem, que é de um ponto por quadrante, todas as oito observações de todas as amostras obedeceram a essa metodologia, garantindo uma distribuição uniforme dos pontos de controle. Exceto para o grupo de 50 pontos de controle, já que 50 foi quantidade máxima de pontos de controle coletados em campo. A escolha de oito observações para cada amostra de pontos foi feita para que as médias na análise de variância, comparadas simultaneamente, não fossem todas iguais devido à baixa quantidade de observações.

A tabela abaixo mostra as coordenadas dos 50 pontos de controle testadas de acordo com o que foi citado anteriormente, ou seja, obedecendo-se todos os critérios quanto à distribuição e precisão dos pontos de controle.

Tabela 2 – Pontos de Controle coletados em campo e calculados na imagem

	Coordenadas da Imagem		Coordenadas Calculadas	
	x	y	N (m)	E (m)
1	6682401,05	477466,59	6682383,24	477482,37
2	6684736,06	488942,35	6684722,22	488945,94
3	6691361,68	496407,65	6691359,49	496407,70
4	6695386,46	490630,02	6695381,35	490646,24
5	6694878,47	476568,25	6694858,56	476566,35
6	6691411,51	476056,24	6691418,00	476066,74
7	6695160,32	483319,59	6695162,98	483281,60
8	6695286,45	485828,99	6695282,58	485829,51
9	6695174,83	488785,80	6695182,29	488787,06
10	6695524,33	496868,92	6695523,18	496882,66
11	6693066,26	482577,18	6693043,17	482593,43
12	6693518,63	493320,72	6693500,19	493324,85
13	6688798,31	482902,18	6688822,43	482906,18
14	6685744,88	489362,41	6685722,27	489366,51
15	6685183,94	490543,90	6685182,64	490546,00
16	6686300,25	493362,72	6686302,76	493366,53
17	6686292,50	499681,14	6686286,80	499688,75
18	6681606,21	479677,88	6681623,06	479684,32
19	6680915,57	494935,54	6680923,55	494965,98
20	6681965,84	497634,13	6681964,13	497627,94
21	6681382,72	499108,25	6681386,81	499126,84
22	6674774,03	482320,24	6674782,84	482346,36
23	6673585,27	498516,72	6673603,31	498506,29
24	6673980,85	477485,59	6673982,87	477505,58
25	6672904,07	488712,43	6672922,89	488726,18
26	6660517,10	477989,58	6660503,29	478003,66
27	6665379,42	491821,18	6665382,64	491826,04
28	6680114,85	486046,34	6680102,94	486066,98
29	6681275,74	487220,85	6681262,92	487226,21
30	6675954,12	477940,81	6675943,05	477965,71
31	6677159,66	479905,62	6677123,39	479905,30
32	6677241,13	493244,67	6677222,74	493246,22
33	6673747,04	492745,88	6673742,99	492766,15
34	6670693,45	478304,57	6670682,76	478326,15
35	6670498,39	482822,72	6670502,87	482806,09
36	6669813,32	485691,98	6669802,82	485686,17
37	6670741,74	492364,75	6670722,98	492386,16
38	6671440,94	497875,62	6671423,00	497906,40
39	6665331,86	479235,57	6665322,57	479226,43
40	6664511,73	483001,35	6664503,01	483006,52

41	6668654,27	498224,55	6668623,33	498225,88
42	6660701,55	481072,97	6660703,35	481084,66
43	6661209,98	486401,06	6661202,86	486425,16
44	6663984,10	496226,70	6663982,10	496226,13
45	6659219,31	482905,00	6659203,04	482906,58
46	6657675,84	484488,35	6657682,93	484485,66
47	6658674,66	488834,25	6658663,10	488845,55
48	6660268,50	491025,27	6660243,35	491046,21
49	6657840,00	493933,57	6657805,57	493905,85
50	6657300,47	496096,68	6657322,78	496108,31

A partir das informações referentes à correção geométrica de todos os grupos de (15, 20, 25, 30, 35, 40, 45) pontos de controle, fez-se uma análise estatística comparando-se as médias do erro médio quadrático para todos os grupos, verificando esse resultado em função do tamanho de amostra calculado para a determinação da quantidade de pontos de controle que garanta uma boa correção geométrica na imagem do satélite CBERS-I. Procurou-se tomar como base resíduos na ordem de 1 a 1,5 pixel, pois segundo D'Alge (1997), avaliações sistemáticas realizadas sobre imagens com correção do sistema têm indicado erros internos na ordem de 1 a 1,5 pixel tanto para imagens TM-Landsat como imagens HRV-SPOT com visada vertical.

### 3.5.6 – Análise de Variância (Comparação entre médias)

Ao se comparar médias, tais valores podem ser utilizados para abordar várias questões simultaneamente, ou simplesmente, podem ser utilizadas separadamente. Na análise de variância (ANOVA = *Analysis of Variance*) abordas todas as médias simultaneamente.

Normalmente ao se comparar várias amostras, interessa-nos saber se as diferenças entre elas são significativas ou se podem ser atribuídas ao acaso. Em problemas onde se comparam várias médias, representaremos por  $\mu_1 = \mu_2 = \dots, \mu_k$  as médias de k populações submetidas à amostragem. Vamos testar a hipótese nula:

$$\mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_k$$

contra a hipótese alternativa, de que as médias não são todas iguais.

A hipótese nula será confirmada se as diferenças entre as médias amostrais forem pequenas, enquanto prevalecerá a hipótese alternativa se ao menos algumas das diferenças entre as médias amostrais são grandes. Necessita-se de uma medida de

discrepância entre as médias amostrais, juntamente com uma regra que indique quando a hipótese nula deve ser rejeitada.

O método da análise de variância baseia-se em duas estimativas diferentes de  $\sigma^2$ . A primeira estimativa tende a ser maior do que  $\sigma^2$ , se a hipótese alternativa for correta. A segunda estimativa tende a permanecer na vizinhança de  $\sigma^2$ , qualquer que seja a hipótese correta – a nula ou a alternativa. A decisão irá se basear na razão dessas duas estimativas.

A primeira estimativa, baseada na variação entre as médias da variância, é muito maior do que a segunda, que se baseia na variação dentro das amostras e, assim, mede a variação devida ao acaso. Isso sugere que as médias populacionais não são, provavelmente, todas iguais e que a hipótese nula deve ser rejeitada. Dá-se então uma forma rigorosa a tal comparação com o emprego de uma estatística designada como estatística F ou razão das variâncias.

$$F = \frac{\text{estimativa de } \sigma^2 \text{ baseada na variação entre as médias das amostras}}{\text{estimativa de } \sigma^2 \text{ baseada na variação dentro das amostras}}$$

Deduz-se então que se houver efeito diferencial entre tratamentos, a variação entre eles deve ser maior do que a variação dentro do mesmo tratamento. Ou seja, isso equivale dizer que se houver diferença entre grupos, o resultado da divisão da variância entre as amostras (valor I na tabela 3) pela variância dentro das amostras (valor II na tabela 3) deve ser maior do que 1.

Na prática, os cálculos para a determinação de F podem ser apresentados na forma de uma tabela, chamada tabela de análise de variância, descrita abaixo.

Tabela 3 – Análise de Variância

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Tratamentos	k - 1	SQ(Tr)	QM(Tr) = I	$\frac{QM(Tr)}{QME}$
Erro	t-k	SQE	QME = II	
Total	t-1	STQ		

Na tabela acima, as fontes de variação para tratamentos dizem respeito aos casos de variação de médias entre amostras e a fonte de variação para o erro equivale à fonte de variação dentro das amostras. Lembrando que a razão do quadrado médio desses dois

parâmetros são usados no cálculo da estatística F. Vale lembrar que, pode-se ter para cada tratamento números diferentes ou iguais de repetições e levando-se isso em consideração, os valores na tabela 1 são calculados diferentemente.

Para a utilização da ANOVA na comparação múltipla entre médias é necessário que os dados, que serão analisados, sigam uma distribuição normal e que a variância entre os grupos (tratamentos) sejam homogêneas. Para tal, aplica-se um teste de normalidade e um teste de homogeneidade de variâncias.

### 3.5.7 – Teste Normalidade

As técnicas estatísticas clássicas, comumente usadas para estimar parâmetros e testar hipóteses, possuem exigências claras: especificam, por exemplo, que os valores da variável estudada devem ter distribuição normal ou aproximadamente normal.

Muitos pesquisadores têm se valido do teste de normalidade apresentado por Filliben (1975), pois este teste se constitui numa ferramenta confiável na avaliação da normalidade de amostras e baseia-se no gráfico de probabilidades denominado QQ Plot e no coeficiente de correlação  $r$ .

O teste é baseado no cálculo do coeficiente de correlação na qual é comparado com valores tabelados (tabela 4) em função do número de pontos (N) e o nível de confiança ( $\alpha$ ) a ser utilizado no teste.

Tabela 4 – *Critical Values of the Normal PPCC for testing if data come from a Normal Distribution*

N	0,01( $\alpha$ )	0,05( $\alpha$ )
3	0,8687	0,8790
4	0,8234	0,8666
5	0,8240	0,8786
6	0,8351	0,8880
7	0,8474	0,8970
8	0,8290	0,9043
9	0,8689	0,9115
...	...	...
...	...	...

Para o cálculo do coeficiente de correlação utiliza-se a fórmula:

$$r = \frac{\left[ n * \sum_1^n (x * z) - \left( \sum_1^n x \right) * \left( \sum_1^n z \right) \right]}{\sqrt{\left[ n * \left( \sum_1^n x^2 \right) - \left( \sum_1^n x \right)^2 \right] * \left[ n * \left( \sum_1^n z^2 \right) - \left( \sum_1^n z \right)^2 \right]}} \quad (3.2)$$

Para calcular o coeficiente de correlação é necessário seguir uma seqüência de cálculos, que será explicado a seguir;

a)- colocar em ordem crescente os valores dos erros quadráticos entre os pontos observados na imagem e os coletados em campo;

b)- calcular a probabilidade acumulada de acordo com a fórmula:

$$p(j) = \frac{j - 1/2}{n} \quad (3.3)$$

Onde:  $p(j)$  – probabilidade acumulada;

$j$  – posição ocupada pela observação (1, 2, 3, ...);

$1/2$  - correção de continuidade (aproximação de uma distribuição discreta por uma outra contínua).

c)- determinar os valores de  $z$  com base nas probabilidades acumuladas, de acordo com as tabelas de distribuição normal;

d)- cálculo do coeficiente de correlação ( $r$ ) dado pela fórmula (3.3);

e)- compara o valor de  $r$  calculado com o valor de  $r$  tabelado de acordo com a tabela 4.

A normalidade de um conjunto de dados se verifica se o valor do coeficiente calculado é maior que o valor tabelado, de acordo com um determinado nível de significância.

Pode-se ter casos em que as amostras não seguem uma distribuição normal. Nesses casos, nem a análise de variância nem o teste  $t$  (comparações duas a duas) poderão ser usados para comparação das médias. São necessários então o uso de testes que não sejam dependentes da normalidade, ou seja, testes não paramétricos.

Porém, a utilização de testes não paramétricos não é tão simples e a sua interpretação é muito complicada. A não normalidade de uma amostra denota a

presença e erros sistemáticos agindo, diferentemente, nos vários pontos de teste comprometendo desta forma sua qualidade.

### 3.5.8 – Teste de Homogeneidade de Variância (Teste de Levene)

O teste de Levene é usado para testar se K tratamentos têm variâncias iguais. Se isso acontece entre k tratamentos, diz-se que as variâncias são homogêneas entre os tratamentos. Para a utilização da ANOVA (Análise de Variância), assume-se que as variâncias entre os grupos são iguais e o teste de Levene é usado para verificar tal hipótese. Ele testa a hipótese nula de que as variâncias são iguais contra a hipótese alternativa de que as variâncias não são iguais.

O teste de Levene é um teste alternativo para o teste de Bartlett. Embora mais comumente usado, o teste de Bartlett é eficiente para dados não normais. O teste de Levene é menos eficiente para dados não normais do que o teste de Bartlett, ou seja, ele é mais eficiente para dados normais.

O teste de Levene é usado para testar a hipótese nula de que as variâncias entre os grupos são iguais contra a hipótese alternativa de que as variâncias não são iguais.

A estatística do teste de Levene é calculada de acordo com a fórmula:

$$W = \frac{(N - K) \sum_{i=1}^K Ni(Z_i - Z_t)^2}{(K - 1) \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^N (Z_{ij} - Z_i)^2} \quad (3.4)$$

Onde: N = número total de amostras;

N<sub>i</sub> = número de amostras por tratamento;

K = número de tratamentos;

Z<sub>i</sub> = médias dos valores de Z<sub>ij</sub> por tratamento;

Z<sub>t</sub> = média total (ponderada) dos valores dos Z<sub>ij</sub>.

Os valores de Z<sub>ij</sub> são calculados de acordo com a fórmula:

$$Z_{ij} = Y_{ij} - Y_i$$

Onde: Y<sub>ij</sub> = variáveis dos tratamentos;

Y<sub>i</sub> = média das variáveis pra cada tratamento;

O teste de Levene rejeita a hipótese de que as variâncias são homogêneas se:

$$W > F_{1-\alpha, K-1, N-K}$$

Onde  $F_{1-\alpha, K-1, N-K}$  é o valor limite crítico da distribuição F com K-1 e N-K graus de liberdade ao nível de significância  $\alpha$ .

### 3.5.9 – Teste de Comparações Múltiplas de Médias

Quando o teste F de uma análise de variância indica significância estatística, devemos rejeitar a hipótese nula de tratamentos (amostras) iguais. Entretanto, o teste F não dá qualquer orientação específica sobre qual dos tratamentos deve ser preferido. Ao utilizar a análise de variância para um determinado assunto, valores altos sugerem resultados mais ou menos interessantes, dependendo do que está sendo estudado. Supondo que a análise de variância desse um resultado elevado, pelo uso da estatística F a hipótese nula seria rejeitada, ou seja, existe pelo menos um valor de média que tem diferença estatística significativa e certamente a maior média irá se afigurar superior a menor. Naturalmente, pode-se fazer um teste t usual para comparar essas duas médias, mas há testes para comparar os respectivos pares de produtos. Deveria-se fazer um número tão grande de testes, então seria preferível rejeitar, ao acaso, uma ou mais hipóteses nulas, mesmo que todas fossem verdadeiras.

A área de estudo chamada comparações múltiplas foi desenvolvida para ajudar na elaboração de processo para controlar adequadamente as probabilidades de um erro ao se fazer essas comparações. Segundo Freud (2000), há mal entendidos por parte dos não técnicos, e vários aspectos ainda não foram esclarecidos mesmos pelos técnicos.

Riboldi (1994), cita alguns testes para comparação múltiplas de teste. Entre eles: teste de Duncan, teste de Tukey, teste da Diferença Mínima Significativa, teste de Scheffé e o teste de Dunnett.

Optou-se por utilizar o teste de Tukey por garantir a diferença conjunta dos dados. Além disso, o teste de Tukey é válido para a totalidade dos contrastes entre 2 médias, além de ser um método mais robusto.

Pelo teste de Tukey para cada diferença entre médias, calcula-se a estatística de teste q:

$$q_{calc} = \frac{(\mu_a - \mu_b)}{EP} \quad (3.5)$$

Onde:  $q_{calc}$  = valor calculado da estatística  $q$ ;

$\mu_a$  = média do tratamento a;

$\mu_b$  = média tratamento b;

EP = erro padrão para cada diferença entre médias.

Estima-se o erro padrão para cada diferença entre médias da seguinte maneira:

$$EP = \sqrt{\frac{QME}{2} * \left( \frac{1}{na} + \frac{1}{nb} \right)} \quad (3.6)$$

Onde: QME = quadrado médio do erro (valor II tabela 3);

$na$  = número de repetições para o tratamento a;

$nb$  = número de repetições para o tratamento b;

O valor crítico de  $q_{\alpha/2;K;t-k}$  é obtido na tabela correspondente para um nível de significância  $\alpha$ , com  $k$  tratamentos e  $t-k$  graus de liberdade do erro (resíduo). Se o valor calculado  $q_{calc}$  for maior do que  $q_{\alpha/2;K;t-k}$  rejeita-se a hipótese nula de que as médias entre dois tratamentos são iguais.

Do ponto de vista estatístico, mesmo que as médias para um determinado experimento sejam diferentes, elas podem ser consideradas significativamente iguais.

## CAPÍTULO IV – RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos na aplicação dos procedimentos metodológicos descritos no capítulo III, apresentando os resultados da definição do tamanho da amostra e da análise de variância para o cálculo da quantidade de pontos de controle para a correção geométrica da imagem, se os mesmos apresentaram resultados em comum.

### 4.1 – Tamanho da Amostra

Através da fórmula (3.1), foi feito um estudo de amostragem para a quantidade de pontos para a correção geométrica.

O valor do intervalo de confiança é atribuído em função da precisão da estimativa, sendo assim, adotou-se um intervalo de confiança de 95 %. O erro amostral relativo, a média amostral e o desvio padrão amostral, foram atribuídos em função da correção geométrica com os 50 pontos de controle coletados na imagem. O valor da média ( $\mu$ ) foi de 19,04m e do desvio padrão amostral ( $\sigma$ ) da imagem foi de 10m. O erro amostral relativo representa a tolerância possível de se adotar a média amostral em substituição a média populacional. No caso específico o erro amostral relativo de 16 % significa um valor absoluto de 3 metros, ou seja, a média amostral de 19,04 m pode ser utilizada em substituição a média da população, que pode variar de 16,04 a 22,04. Não se utilizou um erro relativo muito baixo, para que o cálculo da quantidade de pontos de controle não desse um valor muito grande o que é inviável, além de provar o que é obvio, que quanto maior a quantidade de pontos de controle para a correção geométrica da imagem melhor. Mais adiante na análise de variância essa afirmação ficará mais evidente que quanto maior a quantidade de pontos de controle melhor, erro tende a se estabilizar independente da quantidade de pontos para a correção geométrica. Utilizou-se o valor de 16%, em função também, do intervalo de confiança do erro médio quadrático para todos os grupos, que foi de aproximadamente 3m, sendo que o 16 % do erro da média de 50 pontos (19,04 m), que é de 3 m.

O valor de N representa a quantidade de resíduos (pontos) ao longo de toda a imagem. Como a imagem possui 2154 linhas por 1322 colunas a ela possui um total de 2.847.588 pixels, que é a quantidade máxima de pontos que podem ser coletados na imagem, sendo este o valor do tamanho da população.

De acordo com os valores citados anteriormente aplicados na fórmula (3.1), calculou-se que a quantidade de pontos de controle para uma boa correção geométrica é de aproximadamente 41 pontos de controle, ou seja, para:

$$N = 2847588;$$

$$Z = 1,96 \text{ (95\%);}$$

$$\varepsilon_r = 0,16 \text{ (16\%);}$$

$$\mu = 19,04;$$

$$\sigma = 10;$$

Aplicando a fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * \gamma^2 * N}{(N - 1) * \varepsilon_r^2 + Z^2 * \gamma^2}$$

o valor de  $n = 41$  pontos. O valor de  $n$  representa a quantidade de pontos necessários para uma boa correção geométrica.

#### **4.2 – Análise de Variância e Testes de Comparação Múltiplas de Médias**

Na análise de variância, todos os erros foram analisados para os 7 grupos, ou seja, 120 erros para o grupo de 15 pontos, 160 erros para o grupo de 20 pontos, 200 erros para o grupo de 25 pontos, 240 erros para o grupo de 30 pontos, 280 erros para o grupo de 35 pontos, 320 erros para o grupo de 40 pontos e 360 erros para o grupo de 45 pontos. Mas para que a ANOVA possa ser usada, foram feitos os testes de normalidade e de homogeneidade de variância sobre os dados. Aplicou-se uma modificação sobre os dados, uma raiz quadrada sobre os erros, para que a ANOVA pudesse ser utilizada em virtude da homogeneidade da variância entre os grupos. A análise é feita sobre os dados modificados.

Como foi utilizada uma função de polinomial de segunda ordem, tem-se 12 coeficientes que são calculados pelo modelo e utilizando 15 pontos para modelar uma função com 12 coeficientes a variabilidade dos dados é muito alta, ou seja, existem resíduos altos e baixos e, a medida que a quantidade de pontos vai aumentando essa variabilidade vai diminuindo bastante, de modo que, aplicando-se um teste de homogeneidade de variância sobre os dados, a hipótese de que as variâncias entre os dados são homogêneas será rejeitada. Devido a esse fato, aplicou-se uma modificação nos dados para que a variabilidade nos dados seja homogênea não alterando em nada a diferença entre as médias para os grupos.

#### 4.2.1 – Teste de Normalidade

O teste de normalidade foi feito nos dados modificados e a seqüência de cálculos é descrita abaixo.

- a)- ordenar crescentemente os valores da raiz dos erros (tabela 5 coluna 2);
- b)- calcular a probabilidade acumulada (tabela 5 coluna 3);

$$p(j) = \frac{j-1/2}{n}$$

- c)- determinação dos valores de Z conforme tabelas de distribuição normal (tabela 5 coluna 4);

Tabela 5 – Etapas no cálculo do coeficiente de correlação r

	Raiz Erros	Pacumulada	Z	Raiz Erros*Z	Raiz Erros <sup>2</sup>	(Raiz Erros) <sup>2</sup>	Z <sup>2</sup>
1	0,1227	0,0003	-3,4338	-0,4212	0,0150		11,7911
2	0,2033	0,0009	-3,1238	-0,6350	0,0413		9,7579
3	0,2049	0,0015	-2,9702	-0,6087	0,0420		8,8221
4	0,2405	0,0021	-2,8653	-0,6890	0,0578		8,2098
5	0,2526	0,0027	-2,7847	-0,7034	0,0638		7,7548
6	0,2651	0,0033	-2,7190	-0,7208	0,0703		7,3931
7	0,2703	0,0039	-2,6633	-0,7199	0,0731		7,0931
8	0,2714	0,0045	-2,6148	-0,7096	0,0737		6,8371
9	0,2865	0,0051	-2,5717	-0,7369	0,0821		6,6138
10	0,2879	0,0057	-2,5330	-0,7292	0,0829		6,4160
11	0,2896	0,0063	-2,4977	-0,7234	0,0839		6,2385
12	0,2930	0,0068	-2,4653	-0,7223	0,0858		6,0776
13	0,2944	0,0074	-2,4353	-0,7170	0,0867		5,9305
14	0,2974	0,0080	-2,4073	-0,7159	0,0884		5,7950
15	0,3006	0,0086	-2,3811	-0,7157	0,0904		5,6695
16	0,3534	0,0092	-2,3564	-0,8327	0,1249		5,5527
17	0,3555	0,0098	-2,3331	-0,8295	0,1264		5,4434
18	0,3965	0,0104	-2,3110	-0,9163	0,1572		5,3407
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
1661	1,5989	0,9884	2,2699	3,6293	2,5564		5,1524
1662	1,6034	0,9890	2,2900	3,6717	2,5709		5,2439
1663	1,6045	0,9896	2,3110	3,7079	2,5743		5,3407
1664	1,6074	0,9902	2,3331	3,7502	2,5838		5,4434
1665	1,6189	0,9908	2,3564	3,8148	2,6209		5,5527
1666	1,6196	0,9914	2,3811	3,8565	2,6232		5,6695
1667	1,6340	0,9920	2,4073	3,9335	2,6699		5,7950
1668	1,6377	0,9926	2,4353	3,9882	2,6821		5,9305

1669	1,6389	0,9932	2,4653	4,0403	2,6859		6,0776
1670	1,6489	0,9938	2,4977	4,1185	2,7190		6,2385
1671	1,6665	0,9943	2,5330	4,2213	2,7774		6,4160
1672	1,6929	0,9949	2,5717	4,3538	2,8660		6,6138
1673	1,7070	0,9955	2,6148	4,4635	2,9139		6,8371
1674	1,7257	0,9961	2,6633	4,5962	2,9782		7,0931
1675	1,7269	0,9967	2,7190	4,6956	2,9823		7,3931
1676	1,8075	0,9973	2,7847	5,0333	3,2669		7,7548
1677	1,8198	0,9979	2,8653	5,2143	3,3117		8,2098
1678	1,8364	0,9985	2,9702	5,4547	3,3726		8,8221
1679	1,8778	0,9991	3,1238	5,8657	3,5261		9,7579
1680	1,9298	0,9997	3,4338	6,6265	3,7241		11,7911
Σ	1739,2272		0,0000	427,8545	1909,9573	3024911,2360	1678,6954

d)- calcular o coeficiente de correlação dado pela expressão (3.2)

$$r = \frac{\left[ n * \sum_1^n (x * z) - \left( \sum_1^n x \right) * \left( \sum_1^n z \right) \right]}{\sqrt{\left[ n * \left( \sum_1^n x^2 \right) - \left( \sum_1^n x \right)^2 \right] * \left[ n * \left( \sum_1^n z^2 \right) - \left( \sum_1^n z \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{718795,5774}{\sqrt{5,18402E + 11}}$$

$$r = 0,9983$$

e)- determinar o coeficiente de correlação tabelado  $r_{tab}$  (tabela 04) para o nível de 5% de significância  $\rightarrow \alpha = 0,05$  conforme a tabela de Filliben, para  $n = 950$  e  $\alpha = 0,05$  coeficiente de correlação  $r_{tab} = 0,9984$ .

Utilizou-se o valor de  $n = 950$ , pois a partir daí o valor de  $r$  se torna praticamente constante. Comparando do coeficiente calculado  $r = 0,9983$ , com o coeficiente de correlação tabelada  $r_{tab} = 0,9984$ , os valores são praticamente iguais. Inicialmente pode-se concluir que os dados não seguem uma distribuição normal ao nível de 5% de significância, mas que são significantes ao nível de 4,8% o que não traz praticamente diferença alguma. Desta forma, pode-se concluir que os dados seguem uma distribuição normal.

#### 4.2.2 – Teste de Homogeneidade de Variância

Como já foi dito anteriormente, utilizou-se o teste de Levene por se tratar de um teste mais eficiente para dados que seguem uma distribuição normal. E em virtude também do que já foi explicado anteriormente, aplicou-se uma mudança nos erros médios quadráticos para que a variabilidade entre os dados ficasse constante, o que seria impossível sem algum tipo de transformação.

A tabela 6 mostra os erros médios quadráticos para os respectivos grupos.

Tabela 6 – Erro Médio Quadrático (valores em pixel)

	15	20	25	30	35	40	45
1	2,401	0,533	0,809	1,322	1,305	1,399	1,055
2	2,232	1,102	0,655	0,964	0,783	0,770	0,544
3	1,301	1,567	2,071	1,398	1,521	0,439	0,910
4	1,462	1,577	0,618	1,301	0,372	1,254	0,825
5	0,965	1,435	0,304	0,675	2,275	1,792	0,802
6	1,001	1,098	2,232	1,565	0,724	0,411	0,755
7	1,844	1,411	1,324	1,147	0,815	1,597	1,921
8	1,656	2,195	1,256	0,999	1,532	0,534	1,037
9	1,108	2,065	0,223	0,859	1,214	0,245	0,445
10	1,781	0,374	1,237	1,272	0,987	0,952	0,721
11	1,024	1,200	2,087	0,626	1,345	1,601	1,277
12	1,076	0,487	1,045	1,652	0,859	0,957	1,419
13	1,106	1,525	1,361	1,581	0,521	0,749	1,412
14	2,682	1,015	1,844	0,708	0,701	0,812	0,383
...	...	...	...	...	...	...	...
Média	1,513	1,356	1,308	1,175	1,052	0,997	0,984

Em virtude do que já foi explicado anteriormente, a tabela abaixo mostra os valores dos erros médios quadráticos modificados.

Tabela 7 – Raiz Quadrada dos Erros Médios Quadráticos (Y<sub>ij</sub>)

	15	20	25	30	35	40	45
1	1,550	0,730	0,899	1,150	1,142	1,183	1,027
2	1,494	1,050	0,810	0,982	0,885	0,878	0,737
3	1,141	1,252	1,439	1,182	1,233	0,663	0,954
4	1,209	1,256	0,786	1,141	0,610	1,120	0,908
5	0,982	1,198	0,552	0,822	1,508	1,339	0,896
6	1,001	1,048	1,494	1,251	0,851	0,641	0,869

7	1,358	1,188	1,151	1,071	0,903	1,264	1,386
8	1,287	1,481	1,121	0,999	1,238	0,731	1,018
9	1,053	1,437	0,472	0,927	1,102	0,495	0,667
10	1,335	0,612	1,112	1,128	0,994	0,976	0,849
11	1,012	1,096	1,445	0,791	1,160	1,265	1,130
12	1,037	0,698	1,022	1,285	0,927	0,978	1,191
13	1,052	1,235	1,166	1,257	0,722	0,866	1,188
14	1,638	1,007	1,358	0,841	0,837	0,901	0,619
...	...	...	...	...	...	...	...
Média (Yi)	1,210	1,138	1,117	1,058	0,990	0,969	0,964

De acordo com a fórmula (3.4) calculou-se o valor da estatística W para a verificação da homogeneidade de variância entre os grupos.

$$W = \frac{(N - K) \sum_{i=1}^K Ni(Zi - Zt)^2}{(K - 1) \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^N (Zij - Zi)^2}$$

Onde: N = 1680

$$K = 7$$

Os valores de Zij são mostrados na tabela 8, onde Zij = Yij - Yi e Yi é a média dos tratamentos na tabela 7.

Tabela 8 – Valores de Zij

	15	20	25	30	35	40	45
1	0,340	0,408	0,218	0,092	0,150	0,214	0,063
2	0,284	0,088	0,307	0,077	0,107	0,091	0,227
3	0,069	0,114	0,322	0,124	0,241	0,307	0,011
4	0,000	0,117	0,331	0,082	0,382	0,151	0,056
5	0,227	0,060	0,565	0,237	0,516	0,369	0,069
6	0,209	0,090	0,377	0,193	0,141	0,328	0,096
7	0,148	0,049	0,034	0,013	0,089	0,294	0,422
8	0,077	0,343	0,004	0,059	0,245	0,239	0,054
9	0,157	0,299	0,645	0,132	0,110	0,474	0,297
10	0,125	0,527	0,005	0,069	0,001	0,007	0,115
11	0,198	0,043	0,328	0,267	0,167	0,296	0,166
12	0,172	0,441	0,095	0,227	0,065	0,009	0,227
13	0,158	0,097	0,050	0,199	0,270	0,104	0,224
14	0,428	0,131	0,241	0,217	0,155	0,068	0,346
...	...	...	...	...	...	...	...
Média (Zi)	0,179	0,196	0,198	0,182	0,218	0,191	0,187

O valor de  $Z_t$  que é a média total ponderada de  $Z_{ij}$  é igual a 0,194 e  $N_i = 120$  para o grupo 15 pontos, 160 para 20 pontos, 200 para 25 pontos, 240 para 30 pontos, 280 para 35 pontos, 320 para 40 pontos, e 360 para 45 pontos.

Substituindo os valores acima na fórmula, o valor calculado ( $W$ ) foi de 1,973. O valor tabelado de  $F$  com 6 e  $\infty$  (infinito) graus de liberdade é 2,10. Como o valor calculado ( $W$ ) é menor que o valor tabelado, pode-se concluir que a variabilidade entre os grupos é homogênea.

Uma vez feita à análise a normalidade e da homogeneidade de variância fez-se a análise de variância (comparação entre as médias) propriamente dita.

Fazendo a análise de variância para todos os tratamentos (amostras), pode-se verificar que há diferença entre as médias dos erros residuais o que já era de se esperar. A análise de variância foi feita pela raiz do erro médio quadrático onde o valor para o grupo de 15 pontos foi de 1,210, para 20 pontos foi de 1,138, para 25 pontos foi de 1,117, para 30 pontos foi de 1,058, para 35 pontos foi de 0,990, para 40 pontos foi de 0,969 e para 45 foi de 0,964. A priori, pode-se verificar que a partir de 35 pontos de controle o erro médio quadrático diminuiu bastante e que a partir desta amostra os valores dos erros ficaram mais próximos um do outro, provando que o cálculo para a quantidade de pontos de controle apresentou um resultado aceitável. A tabela abaixo mostra os cálculos da análise de variância e do teste de comparação múltipla para médias.

Tabela 9 – Anova

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F
Tratamento	6	10,590	1,765	29,880
Erro	1673	98,825	0,059	
Total	1679	109,415		

Fazendo uma comparação com o valor de F calculado pela tabela 09,  $F = 29,880$  e comparando com o valor tabelado para 6 e  $\infty$  (infinito) graus de liberdade,  $F = 2,10$  aceita-se a hipótese alternativa de que ao menos algumas das diferenças entre as médias amostrais são grandes. Para verificar quais são as médias que se diferem entre si, calculou-se o valor da estatística de Tukey (qcalc) pela fórmula (3.5), e se esse valor for maior que o valor qtab para 7 e  $\infty$  (infinito) graus de liberdade para um nível de significância de 5%,  $qtab(7, \infty) = 4,17$ , as médias são diferentes. As tabelas abaixo mostram se as diferenças são ou não significativas entre os grupos.

Tabela 10 – Diferença para amostra de 15 pontos

		qcalc	qtab	
15	20	3,4266	4,17	Diferença Não Significativa
	25	4,6634	4,17	Diferença Significativa
	30	7,8651	4,17	Diferença Significativa
	35	11,5927	4,17	Diferença Significativa
	40	13,0649	4,17	Diferença Significativa
	45	13,5376	4,17	Diferença Significativa

Tabela 11 – Diferença para amostra de 20 pontos

		qcalc	qtab	
20	15	3,4266	4,17	Diferença Não Significativa
	25	1,1755	4,17	Diferença Não Significativa
	30	4,5614	4,17	Diferença Significativa
	35	8,5877	4,17	Diferença Significativa
	40	10,1701	4,17	Diferença Significativa
	45	10,6636	4,17	Diferença Significativa

Tabela 12 – Diferença para amostra de 25 pontos

		qcal	qtab	
25	15	4,6634	4,17	Diferença Significativa
	20	1,1755	4,17	Diferença Não Significativa
	30	3,5602	4,17	Diferença Não Significativa
	35	7,8459	4,17	Diferença Significativa
	40	9,5413	4,17	Diferença Significativa
	45	10,0748	4,17	Diferença Significativa

Tabela 13 – Diferença para amostra de 30 pontos

		qcalc	qtab	
30	15	7,8651	4,17	Diferença Significativa
	20	4,5614	4,17	Diferença Significativa
	25	3,5602	4,17	Diferença Não Significativa
	35	4,3826	4,17	Diferença Significativa
	40	6,0799	4,17	Diferença Significativa
	45	6,5718	4,17	Diferença Significativa

Tabela 14 – Diferença para amostra de 35 pontos

		qcalc	qtab	
35	15	11,5927	4,17	Diferença Significativa
	20	8,5877	4,17	Diferença Significativa
	25	7,8459	4,17	Diferença Significativa
	30	4,3826	4,17	Diferença Significativa
	40	1,6332	4,17	Diferença Não Significativa
	45	2,0347	4,17	Diferença Não Significativa

Tabela 15 – Diferença para amostra de 40 pontos

		qcalc	qtab	
40	15	13,0649	4,17	Diferença Significativa
	20	10,1701	4,17	Diferença Significativa
	25	9,5413	4,17	Diferença Significativa
	30	6,0799	4,17	Diferença Significativa
	35	1,6332	4,17	Diferença Não Significativa
	45	0,3707	4,17	Diferença Não significativa

Tabela 16 - Diferença para amostra de 45 pontos

		qcalc	qtab	
45	15	13,5376	4,17	Diferença Significativa
	20	10,6636	4,17	Diferença Significativa
	25	10,0748	4,17	Diferença Significativa
	30	6,5718	4,17	Diferença Significativa
	35	2,0347	4,17	Diferença Não Significativa
	40	0,3707	4,17	Diferença Não significativa

Pelas tabelas acima, o teste mostrou que não há diferença entre os grupos de 15 e 20 pontos, entre os grupos 25 e 20, entre os grupos 25 e 30 e entre os grupos 35, 40 e 45. Os demais grupos possuem médias diferentes entre si. Um outro fator importante e que já foi dito anteriormente é que, a partir do grupo de 35 pontos os valores residuais são menores e mais próximos um do outro, comprovando que o erro residual tende a se estabilizar, mesmo aumentando a quantidade de pontos de controle. O gráfico da figura 12 mostra o comportamento do erro em função da quantidade de pontos.

Para uma melhor análise do erro residual, seria ideal a coleta de mais pontos de controle. Para esse trabalho isso seria uma alternativa inviável física e economicamente.

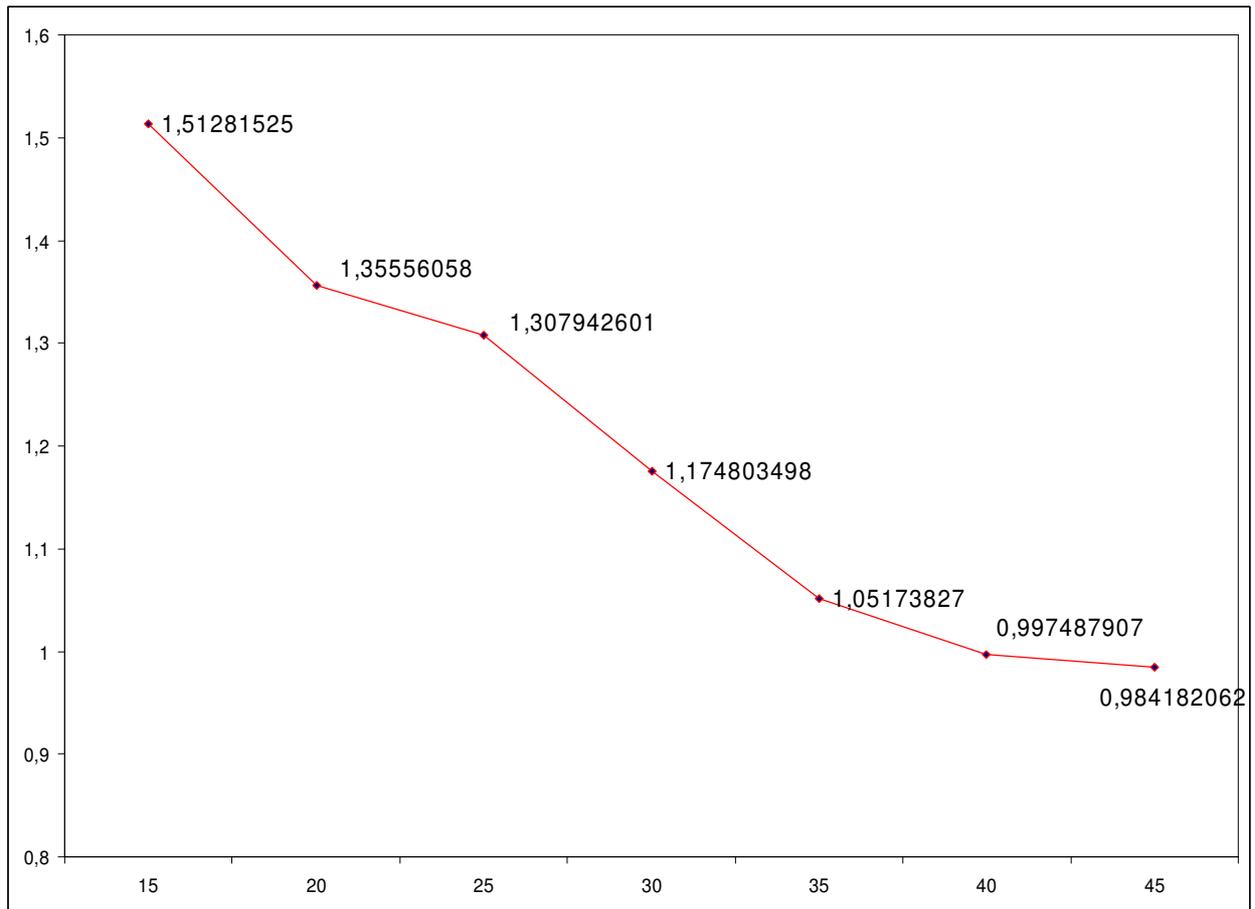


Figura 12 – Gráfico do nº de pontos em função dos resíduos

## CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 – Conclusões

Neste trabalho foram apresentados resultados de pesquisas realizadas, visando à obtenção de uma quantidade de pontos de controle, entre o mínimo e o máximo que garantisse uma boa correção geométrica na imagem do satélite CBERS-I, utilizando o sensor CCD na região da grande Porto Alegre, com a utilização de uma função polinomial de segunda ordem e com pontos de controle rastreados por receptor GPS, num total de 50 pontos. Tais estudos levaram as seguintes conclusões:

1) O cálculo da quantidade de pontos utilizando a fórmula de amostragem se mostrou satisfatória, pois o valor foi bem próximo do valor verificado pelo teste de Tukey. Valor de  $n = 41$  pela fórmula,  $n$  entre 35 e 45 pelos testes;

2) Em função da aplicação neste trabalho a distribuição homogênea se mostrou satisfatória;

3) Resultados obtidos com 15 e 20 pontos de controle mostraram-se insuficientes para correção geométrica da imagem do sensor CCD do satélite CBERS-I

4) Os resultados práticos obtidos neste trabalho, para o modelo polinomial de segunda ordem, mostraram que para as imagens do sensor CCD do satélite CBERS-I esta transformação representa resultados bastante satisfatórios, podendo esta ser utilizada para correção geométrica destas imagens;

5) Para a correção geométrica de uma imagem do sensor CCD do satélite CBERS, há de se verificar qual a finalidade e qual a precisão requerida, pois cada grupo de pontos fornece resíduos diferentes e isso vai produzir resultados diferentes, em termos de mapeamento.

6) Quando são utilizados muitos pontos de controle numa imagem, o erro residual tende a diminuir, mas a partir de uma determinada quantidade de pontos de controle esse resultado tende a se estabilizar.

7) De acordo com os testes aplicados a imagem CBERS-I apresentou uma boa geometria para aplicações cartográficas;

## **5.2 - Recomendações**

- 1) Deve-se fazer um estudo para todas as amostras possíveis dos grupos, respeitando um critério quanto à distribuição e precisão dos pontos para ter uma maior confiabilidade sobre a quantidade de pontos para a correção geométrica das imagens;
- 2) Se possível, utilizar cartas para a coleta de pontos de controle para que se possa coletar uma amostra maior de pontos para fazer um estudo mais aprofundado do comportamento geométrico do sensor, respeitando os critérios de distribuição e precisão requeridas para tal;
- 3) Deve-se utilizar um modelo matemático mais rigoroso pra ver como a imagem CCD do satélite CBERS se comporta frente um modelo matemático paramétrico;
- 4) Estimular o uso das imagens que são distribuídos livres de custos, pelo INPE, uma vez que ele é parte do segmento brasileiro do CBERS-I. Isso livra o usuário brasileiro do pagamento de taxas, procedimento bastante usual com satélites estrangeiros;
- 5) Deve-se continuar estudos sobre as imagens do CBERS-I, pois se mostra como uma alternativa viável, principalmente financeiramente, para a geração de cartas imagens na escala de 1:50000 ou 1:100000.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AMER, F., **Transformation**. International Institute for Aerial Survey and Earth Science Enshede. Holanda, 1974.
- BERNSTEIN, R. **Image Geometry and Retification**. In R, N Colwell (Ed.) Manual of Remote Sensing, 2c, Charter 21, Falls Church, Va American Society of Photogrametry, Virginia. 1983. pag. 873 – 922.
- BORGESON, W. T.; BATSON, R.M.; KIEFER, H, H. **Geometric Accuracy of Landsat-4 and Landsat-5 Thematic Mapper Images**. Photogrametry Engineering and Remote Sensing, 1985. 51(12):1893-1898.
- CHENG, P.; TOUTIN, T. **Quickbird – A Milestone for High Resolution Mapping**. Earth Observation Magazine, vol 11, nº4. Canadá. 2002.
- CRÓSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: UNICAMP, 170p. 1992.
- D'ALGE, J. **Avaliação da qualidade geométrica de imagens TM-Landsat**. Instituto Nacional de Pesquisas Nacionais – INPE. São José dos Campos-SP. 1986.
- D'ALGE, J., **Atualização Cartográfica por Imagens de Satélite**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos – SP. Maio/1997.
- D'ALGE., CARTAXO, R., ERTHAL, G. **Geometric Quality of Assessment of CBERS-1 Images**. XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Belo Horizonte, Minas Gerais. 5-10 Abril, 2003.
- FREUND, J, E., SIMON, G, A. **Estatística Aplicada: economia, administração e contabilidade**. Bookman. Porto Alegre – RS. 2000.

- FORD, G, E. ZANELLI, C, I. **Analysis and quantification of errors in the geometric correction of satellites images. Photogrametry engineering and remote sensing.** Department of electrical and computer engineering, University of California. 1725 – 1734. 1985
- ITAME, O., Hassegawa, J, K., **Controle de Qualidade Aplicado na Modelagem Digital de Terreno.** Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC, Florianópolis, SC. Outubro, 2002.
- KARDOULAS, N. G., BIRD, A.C; LAWAN A.I; **Geometric correction of SPOT and Landsat Imagery: a Comparision of Map and GPS – Derived Control Points.** Photogrametry Engineering and Remote Sensing, 1996. 62(10) 1173-1177.
- MATHER, P, M. **Computer processing of remotely-sensed images.** John Wiley & Sons. Chichester. 352p. 1987.
- MITISHITA, E. A.; SARAIVA, C, C, S.; MACHADO, A, L,. **Monorestituição de Imagens de Satélite de Alta Resolução Ikonos 2(Geo), Utilizando-se da Transformação DLT e Modelo Digital do Terreno.** XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte. Anais 2003. Pág 357 – 364.
- MONICO, J, F, G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS. Descrição, fundamentos e aplicações.** Fundação da UNESP. Praça da Sé, 108 – São Paulo – SP. 2000.
- MOREIRA, M A. **Fundamentos do sensoriamento remoto.** São José dos Campos: INPE, 240p. 2001.
- PEREIRA, R., **A estatística e suas Aplicações.** Editora Grafosul. Porto Alegre, RS. 1978.

- QUEIROZ, C. J. **Análises de Transformações Geométricas para o Georreferenciamento de Imagens do Satélite CBERS-I.** Dissertação de Mestrado, Curso de Pós Graduação em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Porto Alegre. 2003, 79 p.
- QUINTANILHA, J. A., **Processamento de imagens digitais.** Instituto de pesquisas tecnológicas do estado de São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP. 1990
- RIBOLDI, J., **Planejamento e Análise de Experimentos.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Matemática. Porto Alegre – RS. 1994.
- RICHARDS, J.A. **Remote Sensing Digital Image Analysis – An Introduction.** The Australian National University, Austrália. 1999. 355p.
- ROCHA. R., **Exatidão Cartográfica para as Cartas Digitais Urbanas.** Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, SC. 2002, 128p.
- SEEBER. G. **Satélite geodesy: foundations, methods and applications.** Berlin, New York: Walter de Gruyter. 356p. 1993.
- SILVA, A. J. F. M; D'ALGE, J, C, L.; **Avaliação da Qualidade Geométrica das Imagens TM-Landsat.** Simpósio Latino Americano de Sensoriamento Remoto, Gramado. Anais, p.72. 1986. INPE-8112-PRE/112.
- SOUZA, S. F. **Análise Geométrica de Imagens de Satélite Utilizando Pontos de Apoio nas Escalas 1:50000 e 1:5000.** Dissertação de Mestrado, Curso de Pós Graduação em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Porto Alegre. 1997, 78p.

- STEFFEN, C, A., MORAES, E, C., GAMA, F, G., **Radiometria ótica espectral. VIII**  
Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Abril/1996.
- TOUTIN, T.; CHENG, P.; **Desmitification of IKONOS**. Earth Observation Magazine  
(EOM), 2000. Pag. 17-21. Vol.09.
- TOUTIN, T.; CHÉNIER, R.; CARBONNEAU, YVES.; **3D Geometric Modelling of  
Ikonos Geo Images**. ISPRS Joint Workshop “High Resolution from Space”,  
Hannover, Germany, September 19-21, 2001.
- VERGARA, O. R.; FRERY, A. C.; D’ALGE, J. C. L; **Spatial Distribution of Control  
Points**. XVII ISPRS Congress, Washington. International Archives of  
Photogrametry and Remote Sensing, p.109-112. INPE-5413/Pre1760. 1992.

## **ANEXOS**









## 20 Pontos

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682391,19	477470,64	-9,86	4,05	0,533
SI3	6691361,68	496407,65	6691340,52	496401,47	-21,16	-6,18	1,102
SI4	6695386,46	490630,02	6695384,69	490661,32	-1,77	31,30	1,567
SI6	6691411,51	476056,24	6691380,14	476059,55	-31,37	3,31	1,577
SI8	6695286,45	485828,99	6695267,87	485850,87	-18,58	21,88	1,435
SI13	6688798,31	482902,18	6688808,95	482921,40	10,64	19,22	1,098
SI16	6685183,94	490543,90	6685168,37	490520,36	-15,57	-23,54	1,411
SI19	6686292,50	499681,14	6686302,62	499723,85	10,12	42,71	2,195
Poa1	6674774,03	482320,24	6674769,26	482361,27	-4,77	41,03	2,065
Poa2	6673585,27	498516,72	6673591,33	498521,10	6,06	4,38	0,374
Poa5	6660517,10	477989,59	6660510,54	478012,68	-6,56	23,10	1,200
Poa6	6665379,42	491821,19	6665389,14	491820,52	9,72	-0,66	0,487
Poa10	6675954,12	477940,81	6675930,03	477959,53	-24,09	18,72	1,525
Poa12	6677241,13	493244,67	6677228,74	493260,74	-12,39	16,07	1,015
Poa15	6670498,39	482822,72	6670509,37	482820,40	10,98	-2,32	0,561
Poa19	6665331,86	479235,57	6665308,61	479241,06	-23,25	5,49	1,194
Poa21	6668654,27	498224,55	6668610,21	498240,31	-44,06	15,76	2,340
Poa26	6657675,84	484488,35	6657689,43	484519,03	13,59	30,68	1,678
Poa29	6660268,50	491025,27	6660230,85	491040,62	-37,65	15,35	2,033
Poa31	6657300,47	496096,68	6657331,73	496105,80	31,26	9,12	1,628
							Média
							1,351

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682385,79	477464,00	-15,26	-2,59	0,774
SI3	6691361,68	496407,65	6691352,74	496413,26	-8,94	5,61	0,528
SI9	6695174,83	488785,80	6695182,08	488775,46	7,25	-10,34	0,631
SI5	6694878,47	476568,25	6694876,23	476524,85	-2,24	-43,40	2,173
SI11	6693066,26	482577,18	6693044,29	482607,76	-21,97	30,58	1,883
SI13	6688798,31	482902,18	6688825,08	482913,12	26,77	10,94	1,446
SI16	6685183,94	490543,90	6685163,51	490533,07	-20,43	-10,83	1,156
SI19	6686292,50	499681,14	6686297,66	499715,34	5,16	34,20	1,729
Poa1	6674774,03	482320,24	6674784,53	482353,61	10,50	33,37	1,749
Poa2	6673585,27	498516,72	6673606,91	498513,69	21,64	-3,03	1,093
Poa5	6660517,10	477989,59	6660505,51	478006,59	-11,59	17,01	1,029
Poa6	6665379,42	491821,19	6665364,42	491833,03	-15,00	11,85	0,956
Poa10	6675954,12	477940,81	6675945,13	477971,95	-8,99	31,14	1,621
Poa12	6677241,13	493244,67	6677243,92	493273,29	2,79	28,62	1,438
Poa15	6670498,39	482822,72	6670504,69	482812,87	6,30	-9,85	0,585
Poa19	6665331,86	479235,57	6665304,04	479233,47	-27,82	-2,10	1,395

Poa21	6668654,27	498224,55	6668625,46	498232,90	-28,81	8,35	1,500
Poa26	6657675,84	484488,35	6657684,85	484471,81	9,01	-16,54	0,942
Poa29	6660268,50	491025,27	6660246,32	491033,21	-22,18	7,94	1,178
Poa31	6657300,47	496096,68	6657366,70	496097,04	66,23	0,36	3,312
							Média
							1,356

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle(Imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI23	6681606,21	479677,88	6681587,07	479666,56	-19,14	-11,32	1,112
SI3	6691361,68	496407,65	6691334,93	496408,09	-26,75	0,44	1,338
SI9	6695174,83	488785,80	6695163,68	488812,50	-11,15	26,70	1,447
SI5	6694878,47	476568,25	6694898,17	476596,51	19,70	28,26	1,723
SI7	6695160,32	483319,59	6695145,60	483283,91	-14,72	-35,68	1,930
SI13	6688798,31	482902,18	6688826,42	482912,00	28,11	9,82	1,489
SI16	6685183,94	490543,90	6685165,24	490549,42	-18,70	5,52	0,975
SI19	6686292,50	499681,14	6686300,34	499691,02	7,84	9,88	0,631
Poa1	6674774,03	482320,24	6674786,30	482350,28	12,27	30,04	1,623
Poa2	6673585,27	498516,72	6673608,59	498530,15	23,32	13,43	1,346
Poa5	6660517,10	477989,59	6660527,33	478024,64	10,23	35,06	1,826
Poa6	6665379,42	491821,19	6665366,10	491829,22	-13,32	8,04	0,778
Poa3	6673980,85	477485,59	6673986,56	477488,11	5,71	2,52	0,312
Poa12	6677241,13	493244,67	6677245,69	493269,57	4,56	24,90	1,266
Poa15	6670498,39	482822,72	6670506,32	482808,71	7,93	-14,01	0,805
Poa19	6665331,86	479235,57	6665305,89	479249,79	-25,97	14,22	1,480
Poa21	6668654,27	498224,55	6668607,31	498229,15	-46,96	4,60	2,359
Poa25	6659219,31	482905,00	6659226,45	482910,46	7,14	5,46	0,450
Poa 28	6658674,66	488834,25	6658647,35	488868,63	-27,31	34,38	2,195
Poa31	6657300,47	496096,68	6657288,63	496133,41	-11,84	36,73	1,930
							Média
							1,351

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI23	6681606,21	479677,88	6681582,65	479678,41	-23,56	0,53	1,178
SI10	6695524,33	496868,92	6695519,78	496895,09	-4,55	26,17	1,328
SI4	6695386,46	490630,02	6695376,02	490644,35	-10,44	14,33	0,886
SI6	6691411,51	476056,24	6691373,10	476023,24	-38,41	-33,00	2,532
SI8	6695286,45	485828,99	6695280,06	485852,44	-6,39	23,45	1,215
SI13	6688798,31	482902,18	6688821,04	482903,18	22,73	1,00	1,137
SI16	6685183,94	490543,90	6685160,19	490543,02	-23,75	-0,88	1,188
SI19	6686292,50	499681,14	6686290,20	499690,37	-2,30	9,23	0,475
Poa7	6680114,85	486046,34	6680101,64	486085,79	-13,21	39,45	2,080
Poa2	6673585,27	498516,72	6673603,34	498524,54	18,07	7,82	0,985
Poa5	6660517,10	477989,59	6660502,69	478037,65	-14,41	48,07	2,509
Poa6	6665379,42	491821,19	6665361,50	491823,64	-17,92	2,46	0,904
Poa10	6675954,12	477940,81	6675942,48	477962,18	-11,64	21,37	1,217
Poa13	6673747,04	492745,88	6673741,92	492763,72	-5,12	17,84	0,928
Poa15	6670498,39	482822,72	6670501,57	482802,96	3,18	-19,76	1,001
Poa19	6665331,86	479235,57	6665321,12	479244,28	-10,74	8,71	0,691
Poa21	6668654,27	498224,55	6668622,31	498243,41	-31,96	18,86	1,855
Poa25	6659219,31	482905,00	6659221,90	482884,67	2,59	-20,33	1,025
Poa 28	6658674,66	488834,25	6658662,28	488861,72	-12,38	27,47	1,507
Poa31	6657300,47	496096,68	6657343,56	496068,16	43,09	-28,52	2,584
							Média
							1,361

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI23	6681606,21	479677,88	6681584,23	479683,89	-21,98	6,01	1,139
SI10	6695524,33	496868,92	6695522,91	496901,71	-1,42	32,79	1,641
SI4	6695386,46	490630,02	6695377,57	490649,39	-8,89	19,37	1,065
SI6	6691411,51	476056,24	6691374,53	476031,80	-36,98	-24,44	2,216
SI8	6695286,45	485828,99	6695281,70	485857,87	-4,75	28,88	1,463
SI13	6688798,31	482902,18	6688822,75	482908,39	24,44	6,21	1,261
SI16	6685183,94	490543,90	6685162,27	490528,19	-21,67	-15,71	1,338
SI19	6686292,50	499681,14	6686293,54	499676,97	1,04	-4,17	0,215
Poa7	6680114,85	486046,34	6680103,46	486090,70	-11,39	44,36	2,290
Poa2	6673585,27	498516,72	6673604,18	498509,09	18,91	-7,63	1,020
Poa5	6660517,10	477989,59	6660506,60	477980,65	-10,50	-8,93	0,689
Pos17	6670741,74	492364,75	6670703,83	492368,91	-37,91	4,16	1,907
Poa10	6675954,12	477940,81	6675943,87	477967,59	-10,25	26,78	1,434
Poa13	6673747,04	492745,88	6673743,59	492768,90	-3,45	23,02	1,164
Poa15	6670498,39	482822,72	6670503,43	482809,57	5,04	-13,15	0,704
Poa14	6670693,45	478304,57	6670683,06	478329,09	-10,39	24,52	1,331
Poa18	6671440,94	497875,62	6671404,06	497909,67	-36,88	34,05	2,510

Poa23	6661209,98	486401,06	6661223,28	486425,45	13,30	24,39	1,389
Poa29	6660268,50	491025,27	6660264,46	491008,80	-4,04	-16,47	0,848
Poa24	6663984,10	496226,70	6664001,29	496209,02	17,19	-17,68	1,233
							média
							1,343

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682370,62	477471,91	-30,43	5,32	1,545
SI3	6691361,68	496407,65	6691360,05	496424,70	-1,63	17,05	0,857
SI12	6693518,63	493320,72	6693501,66	493337,59	-16,97	16,87	1,197
SI5	6694878,47	476568,25	6694880,99	476616,15	2,52	47,90	2,399
SI11	6693066,26	482577,18	6693029,08	482595,78	-37,18	18,60	2,079
SI13	6688798,31	482902,18	6688830,06	482900,23	31,75	-1,95	1,590
SI14	6685744,88	489362,42	6685747,57	489381,56	2,69	19,15	0,967
SI25	6681965,84	497634,13	6681973,41	497624,25	7,57	-9,88	0,622
Poa1	6674774,03	482320,24	6674789,43	482341,23	15,40	20,99	1,302
SI26	6681382,72	499108,25	6681401,07	499141,77	18,35	33,52	1,911
Poa5	6660517,10	477989,59	6660530,74	477993,51	13,64	3,93	0,710
Poa17	6670741,74	492364,75	6670710,44	492380,91	-31,30	16,16	1,761
Poa3	6673980,85	477485,59	6673969,53	477499,56	-11,32	13,97	0,899
Poa13	6673747,04	492745,88	6673749,72	492760,84	2,68	14,96	0,760
Poa15	6670498,39	482822,72	6670509,52	482800,00	11,13	-22,72	1,265
Poa14	6670693,45	478304,57	6670669,16	478320,84	-24,29	16,27	1,462
Poa21	6668654,27	498224,55	6668612,02	498220,54	-42,25	-4,01	2,122
Poa26	6657675,84	484488,35	6657688,64	484478,97	12,80	-9,38	0,794
Poa29	6660268,50	491025,27	6660252,27	491021,11	-16,23	-4,16	0,838
Poa24	6663984,10	496226,70	6664007,81	496241,61	23,71	14,91	1,400
							média
							1,32

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI23	6681606,21	479677,88	6681621,79	479681,15	15,58	3,27	0,796
SI10	6695524,33	496868,92	6695540,11	496835,60	15,78	-33,32	1,844
SI4	6695386,46	490630,02	6695375,25	490664,29	-11,21	34,27	1,803
SI5	6694878,47	476568,25	6694850,25	476620,70	-28,22	52,45	2,978
SI7	6695160,32	483319,59	6695120,66	483296,99	-39,66	-22,60	2,283
SI13	6688798,31	482902,18	6688821,10	482926,06	22,79	23,88	1,650
SI2	6684736,06	488942,35	6684698,95	488944,18	-37,11	1,83	1,858
SI25	6681965,84	497634,13	6681964,93	497609,30	-0,91	-24,83	1,242
Poa7	6680114,85	486046,34	6680121,55	486066,38	6,70	20,04	1,057
Poa2	6673585,27	498516,72	6673604,27	498525,27	19,00	8,55	1,042



## 25 Pontos

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682385,54	477471,20	-15,51	4,61	0,809
SI2	6684736,06	488942,35	6684723,25	488939,58	-12,81	-2,77	0,655
SI6	6691411,51	476056,24	6691396,30	476017,71	-15,21	-38,53	2,071
SI9	6695174,83	488785,80	6695163,04	488782,12	-11,79	-3,68	0,618
SI10	6695524,33	496868,92	6695525,54	496874,89	1,21	5,97	0,304
SI11	6693066,26	482577,18	6693025,17	482594,63	-41,09	17,45	2,232
SI12	6693518,63	493320,72	6693499,29	493338,81	-19,34	18,09	1,324
SI13	6688798,31	482902,18	6688823,25	482899,20	24,94	-2,98	1,256
SI17	6686300,26	493362,72	6686304,32	493360,90	4,07	-1,82	0,223
SI19	6686292,50	499681,14	6686292,84	499705,88	0,34	24,74	1,237
Poa1	6674774,03	482320,24	6674784,46	482360,66	10,43	40,42	2,087
Poa2	6673585,27	498516,72	6673605,77	498520,79	20,50	4,07	1,045
Poa5	6660517,10	477989,59	6660505,67	478014,28	-11,43	24,70	1,361
Poa7	6680114,85	486046,34	6680124,63	486081,89	9,78	35,55	1,844
Poa10	6675954,12	477940,81	6675944,96	477979,09	-9,16	38,28	1,968
Poa12	6677241,13	493244,67	6677224,32	493260,40	-16,81	15,73	1,151
Poa15	6670498,39	482822,72	6670504,47	482800,05	6,08	-22,67	1,174
Poa16	6669813,32	485691,98	6669784,45	485680,32	-28,87	-11,66	1,557
Poa17	6670741,74	492364,75	6670704,53	492380,32	-37,21	15,57	2,017
Poa19	6665331,86	479235,57	6665324,15	479240,77	-7,71	5,20	0,465
Poa21	6668654,27	498224,55	6668625,11	498239,97	-29,16	15,42	1,649
Poa23	6661209,98	486401,06	6661204,44	486437,87	-5,54	36,81	1,861
Poa25	6659219,31	482905,00	6659224,83	482900,83	5,52	-4,17	0,346
Poa29	6660268,50	491025,27	6660245,12	491040,20	-23,38	14,93	1,387
Poa31	6657300,47	496096,68	6657323,71	496084,56	23,24	-12,12	0,809
							Média
							1,278

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682416,70	477462,55	15,65	-4,04	0,808
SI14	6685744,88	489362,42	6685757,23	489370,93	12,35	8,52	0,750
SI6	6691411,51	476056,24	6691404,44	476074,44	-7,07	18,20	0,976
SI9	6695174,83	488785,80	6695194,95	488772,38	20,12	-13,42	1,209
SI10	6695524,33	496868,92	6695533,77	496886,20	9,44	17,28	0,984
SI8	6695286,45	485828,99	6695295,80	485818,16	9,35	-10,83	0,716
SI12	6693518,63	493320,72	6693490,55	493309,07	-28,08	-11,65	1,520
SI23	6681606,21	479677,88	6681596,55	479666,49	-9,66	-11,39	0,747
SI17	6686300,26	493362,72	6686295,45	493350,43	-4,80	-12,29	0,660
SI19	6686292,50	499681,14	6686281,06	499676,23	-11,44	-4,91	0,622
Poa11	6677159,66	479905,62	6677137,09	479888,59	-22,57	-17,03	1,413

SI26	6681382,72	499108,25	6681401,91	499131,78	19,19	23,53	1,518
Poa5	6660517,10	477989,59	6660498,30	478020,69	-18,80	31,11	1,817
Poa7	6680114,85	486046,34	6680116,42	486071,90	1,57	25,56	1,281
Poa10	6675954,12	477940,81	6675956,50	477969,55	2,38	28,74	1,442
Poa13	6673747,04	492745,88	6673736,48	492769,98	-10,56	24,10	1,316
Poa15	6670498,39	482822,72	6670496,43	482790,41	-1,96	-32,31	1,619
Poa16	6669813,32	485691,98	6669796,16	485690,32	-17,16	-1,66	0,862
Poa06	6665379,42	491821,19	6665396,05	491829,94	16,63	8,76	0,940
Poa14	6670693,45	478304,57	6670716,13	478310,07	22,68	5,50	1,167
Poa21	6668654,27	498224,55	6668617,54	498229,15	-36,73	4,60	1,851
Poa23	6661209,98	486401,06	6661196,28	486446,79	-13,70	45,73	2,387
Poa25	6659219,31	482905,00	6659216,99	482870,53	-2,32	-34,47	1,727
Poa29	6660268,50	491025,27	6660257,16	491029,92	-11,34	4,65	0,613
Poa31	6657300,47	496096,68	6657337,12	496115,09	36,65	18,41	2,051
							Média
							1,240

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682375,65	477459,18	-25,40	-7,41	1,323
Poa8	6681275,74	487220,85	6681253,97	487229,89	-21,77	9,04	1,178
SI5	6694878,47	476568,25	6694885,13	476537,43	6,66	-30,82	1,576
SI9	6695174,83	488785,80	6695172,46	488770,94	-2,37	-14,86	0,752
SI03	6691361,68	496407,65	6691347,38	496450,89	-14,30	43,24	2,277
SI11	6693066,26	482577,18	6693034,48	482602,85	-31,78	25,67	2,042
SI4	6695386,46	490630,02	6695370,42	490628,84	-16,04	-1,18	0,804
SI13	6688798,31	482902,18	6688813,09	482908,97	14,78	6,79	0,813
SI16	6685183,94	490543,90	6685173,55	490529,96	-10,39	-13,94	0,869
SI25	6681965,84	497634,13	6681979,47	497654,03	13,63	19,90	1,206
Poa1	6674774,03	482320,24	6674793,75	482350,08	19,72	29,84	1,788
Poa2	6673585,27	498516,72	6673596,63	498530,82	11,36	14,10	0,906
Poa5	6660517,10	477989,59	6660494,93	478024,59	-22,17	35,01	2,072
Poa7	6680114,85	486046,34	6680114,03	486071,19	-0,82	24,85	1,243
Poa03	6673980,85	477485,59	6673994,03	477507,82	13,18	22,23	1,292
Poa12	6677241,13	493244,67	6677233,72	493250,12	-7,41	5,45	0,460
Poa20	6664511,73	483001,35	6664513,89	483010,32	2,16	8,97	0,461
Poa16	6669813,32	485691,98	6669793,68	485689,63	-19,64	-2,35	0,989
Poa17	6670741,74	492364,75	6670733,45	492369,78	-8,29	5,03	0,485
Poa19	6665331,86	479235,57	6665313,35	479250,18	-18,51	14,61	1,179
Poa21	6668654,27	498224,55	6668614,24	498229,49	-40,03	4,94	2,017
Poa28	6658674,66	488834,25	6658654,25	488869,02	-20,41	34,77	2,016
Poa25	6659219,31	482905,00	6659214,04	482870,40	-5,27	-34,60	1,750
Poa29	6660268,50	491025,27	6660254,78	491009,90	-13,72	-15,37	1,030

Poa31	6657300,47	496096,68	6657353,80	496094,06	53,33	-2,62	2,670
							Média
							1,328

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682377,19	477474,15	-23,86	7,56	1,251
Poa8	6681275,74	487220,85	6681256,92	487262,77	-18,82	41,92	2,297
SI6	6691411,51	476056,24	6691446,55	476041,91	35,04	-14,33	1,893
SI9	6695174,83	488785,80	6695195,56	488765,23	20,73	-20,57	1,460
SI10	6695524,33	496868,92	6695514,89	496878,32	-9,44	9,40	0,666
SI11	6693066,26	482577,18	6693037,16	482558,88	-29,10	-18,30	1,719
SI12	6693518,63	493320,72	6693511,87	493322,02	-6,76	1,30	0,344
SI23	6681606,21	479677,88	6681617,01	479658,49	10,80	-19,39	1,110
SI17	6686300,26	493362,72	6686296,34	493343,11	-3,91	-19,61	1,000
SI19	6686292,50	499681,14	6686302,72	499687,77	10,22	6,63	0,609
Poa1	6674774,03	482320,24	6674796,75	482343,20	22,72	22,96	1,615
SI26	6681382,72	499108,25	6681403,24	499144,19	20,52	35,94	2,069
Poa5	6660517,10	477989,59	6660497,69	478015,99	-19,41	26,41	1,639
Poa4	6672904,07	488712,43	6672916,87	488722,88	12,80	10,45	0,826
Poa10	6675954,12	477940,81	6675937,01	477961,83	-17,11	21,02	1,355
Poa12	6677241,13	493244,67	6677256,59	493262,73	15,46	18,06	1,189
Poa20	6664511,73	483001,35	6664517,08	482983,73	5,35	-17,62	0,921
Poa16	6669813,32	485691,98	6669816,73	485682,95	3,41	-9,03	0,483
Poa17	6670741,74	492364,75	6670717,06	492362,84	-24,68	-1,91	1,237
Poa14	6670693,45	478304,57	6670676,59	478322,89	-16,86	18,32	1,245
Poa21	6668654,27	498224,55	6668617,67	498222,07	-36,60	-2,48	1,834
Poa23	6661209,98	486401,06	6661196,79	486440,31	-13,19	39,25	2,070
Poa25	6659219,31	482905,00	6659217,14	482883,76	-2,17	-21,24	1,068
Poa29	6660268,50	491025,27	6660257,50	491022,81	-11,00	-2,46	0,563
Poa31	6657300,47	496096,68	6657335,43	496107,29	34,96	10,61	1,827
							média
							1,292

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682390,41	477487,80	-10,64	21,21	1,187
SI14	6685744,88	489362,42	6685728,72	489356,39	-16,16	-6,02	0,863
SI5	6694878,47	476568,25	6694860,95	476549,22	-17,52	-19,03	1,293
SI9	6695174,83	488785,80	6695188,80	488757,47	13,97	-28,33	1,579
SI03	6691361,68	496407,65	6691344,13	496418,51	-17,55	10,86	1,032
SI11	6693066,26	482577,18	6693030,01	482588,70	-36,25	11,52	1,902
SI12	6693518,63	493320,72	6693505,07	493332,78	-13,56	12,06	0,907

SI13	6688798,31	482902,18	6688829,22	482895,17	30,91	-7,01	1,585	
SI16	6685183,94	490543,90	6685169,62	490535,57	-14,32	-8,33	0,828	
SI19	6686292,50	499681,14	6686301,21	499701,02	8,71	19,88	1,085	
Poa11	6677159,66	479905,62	6677150,67	479894,13	-8,99	-11,49	0,729	
Poa2	6673585,27	498516,72	6673610,90	498496,39	25,63	-20,33	1,636	
Poa5	6660517,10	477989,59	6660511,31	478008,73	-5,79	19,15	1,000	
Poa7	6680114,85	486046,34	6680129,95	486077,22	15,10	30,88	1,719	
Poa10	6675954,12	477940,81	6675950,00	477975,00	-4,12	34,19	1,722	
Poa12	6677241,13	493244,67	6677229,68	493276,01	-11,45	31,34	1,669	
Poa15	6670498,39	482822,72	6670509,63	482815,55	11,24	-7,17	0,667	
Poa16	6669813,32	485691,98	6669789,67	485695,78	-23,65	3,80	1,198	
Poa17	6670741,74	492364,75	6670729,90	492375,77	-11,84	11,02	0,809	
Poa19	6665331,86	479235,57	6665309,42	479255,86	-22,44	20,29	1,513	
Poa18	6671440,94	497875,62	6671409,87	497896,02	-31,07	20,40	1,859	
Poa23	6661209,98	486401,06	6661209,55	486434,02	-0,43	32,96	1,648	
Poa25	6659219,31	482905,00	6659209,96	482896,09	-9,35	-8,91	0,646	
Poa29	6660268,50	491025,27	6660250,38	491015,86	-18,12	-9,41	1,021	
Poa31	6657300,47	496096,68	6657368,71	496078,90	68,24	-17,78	3,526	
							Média	
								1,345

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	
SI1	6682401,05	477466,59	6682379,02	477488,51	-22,03	21,92	1,554
SI2	6684736,06	488942,35	6684716,95	488936,79	-19,11	-5,56	0,995
SI6	6691411,51	476056,24	6691426,12	476013,49	14,61	-42,75	2,259
SI8	6695286,45	485828,99	6695297,83	485843,44	11,38	14,45	0,920
SI10	6695524,33	496868,92	6695496,63	496909,35	-27,70	40,43	2,450
SI11	6693066,26	482577,18	6693038,95	482591,15	-27,31	13,97	1,534
SI4	6695386,46	490630,02	6695374,69	490617,59	-11,77	-12,43	0,856
SI23	6681606,21	479677,88	6681598,76	479673,01	-7,45	-4,87	0,445
SI17	6686300,26	493362,72	6686317,76	493358,23	17,51	-4,49	0,904
SI25	6681965,84	497634,13	6681960,66	497601,31	-5,18	-32,82	1,661
Poa1	6674774,03	482320,24	6674778,40	482357,69	4,37	37,45	1,885
SI26	6681382,72	499108,25	6681406,85	499139,06	24,13	30,81	1,957
Poa5	6660517,10	477989,59	6660499,44	478009,69	-17,66	20,11	1,338
Poa7	6680114,85	486046,34	6680118,68	486078,80	3,83	32,46	1,634
Poa03	6673980,85	477485,59	6673998,47	477496,25	17,62	10,66	1,030
Poa13	6673747,04	492745,88	6673738,86	492757,38	-8,18	11,50	0,706
Poa20	6664511,73	483001,35	6664498,84	482998,09	-12,89	-3,26	0,665
Poa16	6669813,32	485691,98	6669798,22	485677,56	-15,10	-14,42	1,044
Poa06	6665379,42	491821,19	6665398,17	491817,22	18,75	-3,96	0,958
Poa14	6670693,45	478304,57	6670678,26	478317,41	-15,19	12,84	0,995
Poa21	6668654,27	498224,55	6668619,22	498236,68	-35,05	12,13	1,854

Poa28	6658674,66	488834,25	6658678,93	488875,71	4,27	41,46	2,084
Poa25	6659219,31	482905,00	6659218,87	482877,84	-0,44	-27,16	1,358
Poa29	6660268,50	491025,27	6660259,41	491017,40	-9,09	-7,87	0,601
Poa31	6657300,47	496096,68	6657338,69	496102,05	38,22	5,37	1,930
							Média
							1,345

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682402,64	477477,30	1,59	10,71	0,542
SI2	6684736,06	488942,35	6684721,02	488943,72	-15,04	1,37	0,755
SI5	6694878,47	476568,25	6694873,62	476543,20	-4,85	-25,05	1,276
SI9	6695174,83	488785,80	6695160,97	488766,09	-13,86	-19,71	1,205
SI10	6695524,33	496868,92	6695522,38	496899,91	-1,95	30,99	1,552
SI11	6693066,26	482577,18	6693042,50	482597,69	-23,76	20,51	1,569
SI12	6693518,63	493320,72	6693497,10	493343,06	-21,53	22,34	1,551
SI13	6688798,31	482902,18	6688821,63	482903,83	23,32	1,65	1,169
SI17	6686300,26	493362,72	6686301,96	493345,09	1,71	-17,63	0,886
SI19	6686292,50	499681,14	6686289,30	499670,46	-3,20	-10,68	0,558
Poa11	6677159,66	479905,62	6677142,92	479902,82	-16,74	-2,80	0,848
Poa2	6673585,27	498516,72	6673602,93	498504,73	17,66	-11,99	1,067
Poa5	6660517,10	477989,59	6660503,44	478018,21	-13,66	28,63	1,586
Poa7	6680114,85	486046,34	6680122,31	486085,81	7,46	39,47	2,009
Poa10	6675954,12	477940,81	6675942,37	477963,72	-11,75	22,91	1,287
SI24	6680915,57	494935,54	6680923,37	494964,43	7,80	28,89	1,496
Poa15	6670498,39	482822,72	6670482,13	482804,21	-16,26	-18,51	1,232
Poa16	6669813,32	485691,98	6669802,10	485664,41	-11,22	-27,57	1,488
Poa17	6670741,74	492364,75	6670722,37	492384,37	-19,37	19,62	1,378
Poa19	6665331,86	479235,57	6665321,81	479244,71	-10,05	9,14	0,679
Poa18	6671440,94	497875,62	6671402,42	497904,76	-38,52	29,14	2,415
Poa23	6661209,98	486401,06	6661222,07	486422,62	12,09	21,56	1,236
Poa26	6657675,84	484488,35	6657702,03	484483,46	26,19	-4,89	1,332
Poa29	6660268,50	491025,27	6660262,80	491004,47	-5,70	-20,80	1,078
Poa31	6657300,47	496096,68	6657361,31	496067,56	60,84	-29,12	3,373
							Média
							1,343

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduo		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682377,62	477476,17	-23,43	9,58	1,266
Poa8	6681275,74	487220,85	6681257,04	487224,63	-18,70	3,78	0,954
SI6	6691411,51	476056,24	6691425,52	476024,83	14,01	-31,41	1,720
SI9	6695174,83	488785,80	6695195,40	488766,54	20,57	-19,26	1,409

SI10	6695524,33	496868,92	6695514,66	496879,05	-9,67	10,13	0,700
SI11	6693066,26	482577,18	6693037,49	482580,19	-28,77	3,01	1,446
SI4	6695386,46	490630,02	6695373,21	490645,03	-13,25	15,01	1,001
SI23	6681606,21	479677,88	6681597,29	479680,52	-8,92	2,64	0,465
SI16	6685183,94	490543,90	6685176,34	490524,07	-7,60	-19,83	1,062
SI19	6686292,50	499681,14	6686264,50	499711,04	-28,00	29,90	2,048
Poa1	6674774,03	482320,24	6674776,87	482345,03	2,84	24,79	1,248
Poa2	6673585,27	498516,72	6673598,86	498525,25	13,59	8,53	0,802
Poa5	6660517,10	477989,59	6660497,59	477997,91	-19,51	8,33	1,061
Poa7	6680114,85	486046,34	6680117,11	486086,24	2,26	39,90	1,998
Poa03	6673980,85	477485,59	6673976,98	477503,44	-3,87	17,85	0,913
SI24	6680915,57	494935,54	6680918,31	494964,40	2,74	28,86	1,450
Poa15	6670498,39	482822,72	6670496,95	482804,68	-1,44	-18,04	0,905
Poa16	6669813,32	485691,98	6669796,72	485684,84	-16,60	-7,14	0,903
Poa17	6670741,74	492364,75	6670716,57	492384,65	-25,17	19,90	1,604
Poa19	6665331,86	479235,57	6665336,41	479225,10	4,55	-10,47	0,571
Poa21	6668654,27	498224,55	6668617,18	498244,31	-37,09	19,76	2,101
Poa23	6661209,98	486401,06	6661196,87	486421,82	-13,11	20,76	1,228
Poa26	6657675,84	484488,35	6657697,18	484482,96	21,34	-5,39	1,101
Poa30	6657840,00	493933,57	6657800,49	493924,44	-39,51	-9,13	2,028
Poa31	6657300,47	496096,68	6657335,29	496128,63	34,82	31,95	2,363
							Média
							1,294

### 30 Pontos

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	
SI1	6682401,05	477466,59	6682398,80	477492,94	-2,25	26,35	1,322
SI2	6684736,06	488942,35	6684717,00	488939,53	-19,06	-2,82	0,964
SI6	6691411,51	476056,24	6691390,15	476038,21	-21,36	-18,03	1,398
SI8	6695286,45	485828,99	6695297,71	485805,53	11,26	-23,46	1,301
SI10	6695524,33	496868,92	6695536,35	496875,08	12,02	6,16	0,675
SI11	6693066,26	482577,18	6693038,76	482592,13	-27,50	14,95	1,565
SI12	6693518,63	493320,72	6693512,38	493298,64	-6,25	-22,08	1,147
SI13	6688798,31	482902,18	6688818,08	482899,29	19,77	-2,89	0,999
SI17	6686300,26	493362,72	6686317,30	493360,60	17,05	-2,12	0,859
SI19	6686292,50	499681,14	6686282,74	499704,63	-9,76	23,49	1,272
SI23	6681606,21	479677,88	6681618,65	479676,55	12,44	-1,33	0,626
SI26	6681382,72	499108,25	6681383,55	499141,27	0,83	33,02	1,652
Poa1	6674774,03	482320,24	6674798,39	482340,39	24,36	20,15	1,581
Poa2	6673585,27	498516,72	6673598,98	498520,25	13,71	3,53	0,708
Poa3	6673980,85	477485,59	6673998,39	477499,18	17,54	13,59	1,110
Poa4	6672904,07	488712,43	6672918,49	488720,12	14,42	7,69	0,817
Poa5	6660517,10	477989,59	6660499,97	478014,03	-17,13	24,45	1,493

Poa6	6665379,42	491821,19	6665398,45	491820,01	19,03	-1,17	0,953
Poa7	6680114,85	486046,34	6680118,57	486081,42	3,72	35,08	1,764
Poa11	6677159,66	479905,62	6677139,09	479918,57	-20,57	12,95	1,215
Poa12	6677241,13	493244,67	6677217,81	493260,15	-23,32	15,48	1,400
Poa13	6673747,04	492745,88	6673738,54	492760,08	-8,50	14,20	0,827
Poa16	6669813,32	485691,98	6669798,35	485680,24	-14,97	-11,74	0,951
Poa19	6665331,86	479235,57	6665318,19	479240,41	-13,67	4,84	0,725
Poa20	6664511,73	483001,35	6664498,68	483000,65	-13,05	-0,70	0,653
Poa24	6663984,10	496226,70	6663978,55	496240,16	-5,55	13,46	0,728
Poa23	6661209,98	486401,06	6661198,49	486437,79	-11,49	36,73	1,924
Poa25	6659219,31	482905,00	6659218,76	482880,39	-0,55	-24,61	1,231
Poa29	6660268,50	491025,27	6660239,86	491020,04	-28,64	-5,23	1,456
Poa31	6657300,47	496096,68	6657301,67	496084,09	1,20	-12,59	0,632
							Média
							1,132

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682387,39	477476,57	-13,66	9,98	0,846
SI14	6685744,88	489362,42	6685725,86	489363,90	-19,02	1,49	0,954
SI5	6694878,47	476568,25	6694860,11	476541,33	-18,36	-26,92	1,629
SI9	6695174,83	488785,80	6695185,95	488764,80	11,12	-21,00	1,188
SI10	6695524,33	496868,92	6695568,40	496879,17	44,07	10,25	2,262
SI11	6693066,26	482577,18	6693047,29	482615,60	-18,97	38,42	2,142
SI12	6693518,63	493320,72	6693523,01	493342,06	4,38	21,34	1,089
SI13	6688798,31	482902,18	6688826,18	482902,73	27,87	0,55	1,394
SI17	6686300,26	493362,72	6686306,62	493343,81	6,37	-18,91	0,998
SI03	6691361,68	496407,65	6691341,93	496406,18	-19,75	-1,47	0,990
SI23	6681606,21	479677,88	6681607,10	479659,93	0,89	-17,95	0,899
SI25	6681965,84	497634,13	6681968,69	497606,34	2,85	-27,79	1,397
Poa1	6674774,03	482320,24	6674786,75	482343,64	12,72	23,40	1,332
Poa2	6673585,27	498516,72	6673588,01	498503,82	2,74	-12,90	0,659
Poa3	6673980,85	477485,59	6673986,78	477502,33	5,93	16,74	0,888
Poa4	6672904,07	488712,43	6672926,92	488703,31	22,85	-9,12	1,230
Poa5	6660517,10	477989,59	6660507,93	478017,70	-9,17	28,12	1,479
Poa6	6665379,42	491821,19	6665386,64	491823,31	7,22	2,13	0,376
Poa7	6680114,85	486046,34	6680106,74	486063,30	-8,11	16,96	0,940
Poa11	6677159,66	479905,62	6677147,67	479901,80	-11,99	-3,82	0,629
SI24	6680915,57	494935,54	6680927,79	494963,11	12,22	27,57	1,508
Poa13	6673747,04	492745,88	6673747,10	492763,30	0,06	17,42	0,871
Poa16	6669813,32	485691,98	6669806,65	485683,43	-6,67	-8,55	0,542
Poa19	6665331,86	479235,57	6665306,57	479243,54	-25,29	7,97	1,326
Poa20	6664511,73	483001,35	6664527,01	483003,80	15,28	2,45	0,774
Poa24	6663984,10	496226,70	6663986,36	496223,31	2,26	-3,39	0,204

Poa28	6658674,66	488834,25	6658687,09	488801,36	12,43	-32,89	1,758
Poa25	6659219,31	482905,00	6659227,12	482883,59	7,81	-21,41	1,140
Poa30	6657840,00	493933,57	6657810,75	493923,13	-29,25	-10,44	1,553
Poa31	6657300,47	496096,68	6657307,93	496126,00	7,46	29,32	1,513
							média
							1,150

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682418,98	477480,04	17,93	13,45	1,121
SI2	6684736,06	488942,35	6684737,29	488946,40	1,23	4,05	0,211
SI6	6691411,51	476056,24	6691409,00	476028,67	-2,51	-27,57	1,384
SI9	6695174,83	488785,80	6695177,20	488768,83	2,37	-16,97	0,857
SI10	6695524,33	496868,92	6695517,07	496881,93	-7,26	13,01	0,745
SI11	6693066,26	482577,18	6693038,91	482601,10	-27,35	23,92	1,817
SI12	6693518,63	493320,72	6693492,93	493325,45	-25,70	4,73	1,307
SI13	6688798,31	482902,18	6688817,85	482906,79	19,54	4,61	1,004
SI16	6685183,94	490543,90	6685177,95	490526,45	-5,99	-17,45	0,922
SI19	6686292,50	499681,14	6686284,62	499672,53	-7,88	-8,61	0,584
SI23	6681606,21	479677,88	6681618,74	479663,61	12,53	-14,27	0,950
SI26	6681382,72	499108,25	6681405,04	499128,66	22,32	20,41	1,512
Poa1	6674774,03	482320,24	6674798,42	482347,35	24,39	27,11	1,823
Poa18	6671440,94	497875,62	6671418,60	497907,33	-22,34	31,71	1,940
Poa14	6670693,45	478304,57	6670698,31	478327,01	4,86	22,44	1,148
Poa4	6672904,07	488712,43	6672918,53	488727,01	14,46	14,58	1,027
Poa5	6660517,10	477989,59	6660499,33	478001,31	-17,77	11,73	1,065
Poa6	6665379,42	491821,19	6665398,06	491826,87	18,64	5,69	0,974
Poa8	6681275,74	487220,85	6681278,55	487226,98	2,81	6,13	0,337
Poa11	6677159,66	479905,62	6677139,30	479925,47	-20,36	19,85	1,422
Poa12	6677241,13	493244,67	6677218,20	493247,08	-22,93	2,41	1,153
Poa13	6673747,04	492745,88	6673738,70	492766,98	-8,34	21,10	1,134
Poa16	6669813,32	485691,98	6669778,39	485687,09	-34,93	-4,89	1,763
Poa19	6665331,86	479235,57	6665318,03	479247,42	-13,83	11,85	0,911
Poa20	6664511,73	483001,35	6664518,69	483007,72	6,96	6,37	0,472
Poa21	6668654,27	498224,55	6668639,24	498226,36	-15,03	1,81	0,757
Poa23	6661209,98	486401,06	6661198,45	486444,93	-11,53	43,87	2,268
Poa26	6657675,84	484488,35	6657678,51	484485,99	2,67	-2,36	0,178
Poa29	6660268,50	491025,27	6660239,21	491006,98	-29,29	-18,29	1,726
Poa31	6657300,47	496096,68	6657337,91	496070,37	37,44	-26,31	2,288
							Média
							1,160

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682395,80	477471,66	-5,25	5,07	0,365
SI2	6684736,06	488942,35	6684714,09	488936,16	-21,97	-6,19	1,141
SI5	6694878,47	476568,25	6694866,81	476603,34	-11,66	35,09	1,849
SI8	6695286,45	485828,99	6695294,80	485843,00	8,35	14,01	0,815
SI10	6695524,33	496868,92	6695532,59	496889,54	8,26	20,62	1,111
SI7	6695160,32	483319,59	6695155,46	483290,72	-4,86	-28,87	1,464
SI4	6695386,46	490630,02	6695371,98	490636,59	-14,48	6,57	0,795
SI13	6688798,31	482902,18	6688815,00	482917,64	16,69	15,46	1,137
SI17	6686300,26	493362,72	6686314,53	493356,77	14,28	-5,95	0,773
SI19	6686292,50	499681,14	6686280,49	499700,39	-12,01	19,25	1,134
SI23	6681606,21	479677,88	6681615,64	479694,38	9,43	16,50	0,950
SI25	6681965,84	497634,13	6681976,79	497639,11	10,95	4,98	0,601
Poa15	6670498,39	482822,72	6670495,50	482796,37	-2,89	-26,35	1,326
Poa2	6673585,27	498516,72	6673596,67	498536,70	11,40	19,98	1,150
Poa10	6675954,12	477940,81	6675935,67	477976,08	-18,45	35,27	1,990
Poa4	6672904,07	488712,43	6672915,60	488736,38	11,53	23,95	1,329
Poa5	6660517,10	477989,59	6660496,40	478011,41	-20,70	21,83	1,504
Poa6	6665379,42	491821,19	6665395,22	491816,27	15,80	-4,91	0,827
Poa7	6680114,85	486046,34	6680135,62	486077,85	20,77	31,51	1,887
Poa11	6677159,66	479905,62	6677156,16	479915,45	-3,50	9,83	0,522
SI24	6680915,57	494935,54	6680916,16	494975,90	0,59	40,36	2,018
Poa17	6670741,74	492364,75	6670715,15	492376,34	-26,59	11,59	1,450
Poa16	6669813,32	485691,98	6669795,24	485676,45	-18,08	-15,53	1,192
Poa19	6665331,86	479235,57	6665315,07	479236,59	-16,79	1,02	0,841
Poa20	6664511,73	483001,35	6664495,72	482996,82	-16,01	-4,53	0,832
Poa24	6663984,10	496226,70	6663974,68	496256,39	-9,42	29,69	1,557
Poa28	6658674,66	488834,25	6658655,75	488854,93	-18,91	20,68	1,401
Poa26	6657675,84	484488,35	6657695,62	484495,34	19,78	6,99	1,049
Poa30	6657840,00	493933,57	6657819,46	493916,02	-20,54	-17,55	1,351
Poa31	6657300,47	496096,68	6657315,67	496099,66	15,20	2,98	0,775
							Média
							1,171

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682388,33	477475,83	-12,72	9,24	0,786
SI14	6685744,88	489362,42	6685726,72	489361,84	-18,16	-0,57	0,909
SI6	6691411,51	476056,24	6691399,14	476129,69	-12,37	73,45	3,724
SI8	6695286,45	485828,99	6695287,24	485848,27	0,79	19,28	0,965
SI10	6695524,33	496868,92	6695550,11	496876,06	25,78	7,14	1,338
SI7	6695160,32	483319,59	6695147,91	483274,51	-12,41	-45,08	2,338

SI12	6693518,63	493320,72	6693503,50	493299,18	-15,13	-21,54	1,316
SI13	6688798,31	482902,18	6688827,02	482902,40	28,71	0,22	1,435
SI16	6685183,94	490543,90	6685167,33	490520,79	-16,61	-23,11	1,423
SI3	6691361,68	496407,65	6691342,19	496404,55	-19,49	-3,10	0,987
SI23	6681606,21	479677,88	6681608,05	479658,79	1,84	-19,09	0,959
SI26	6681382,72	499108,25	6681394,51	499142,63	11,79	34,38	1,817
Poa1	6674774,03	482320,24	6674787,69	482341,61	13,66	21,37	1,268
Poa2	6673585,27	498516,72	6673608,59	498521,56	23,32	4,84	1,191
Poa14	6670693,45	478304,57	6670687,65	478321,10	-5,80	16,53	0,876
Poa4	6672904,07	488712,43	6672927,78	488721,16	23,71	8,73	1,263
Poa5	6660517,10	477989,59	6660509,11	478017,15	-7,99	27,57	1,435
Poa6	6665379,42	491821,19	6665367,58	491821,03	-11,84	-0,15	0,592
Poa8	6681275,74	487220,85	6681267,81	487241,34	-7,93	20,49	1,098
Poa11	6677159,66	479905,62	6677148,71	479899,96	-10,95	-5,66	0,616
Poa12	6677241,13	493244,67	6677247,37	493261,24	6,24	16,57	0,885
Poa13	6673747,04	492745,88	6673747,93	492761,12	0,89	15,24	0,763
Poa16	6669813,32	485691,98	6669807,69	485681,16	-5,63	-10,82	0,610
Poa19	6665331,86	479235,57	6665327,48	479221,66	-4,38	-13,91	0,729
Poa20	6664511,73	483001,35	6664487,91	483001,78	-23,82	0,43	1,191
Poa21	6668654,27	498224,55	6668628,80	498240,82	-25,47	16,27	1,511
Poa23	6661209,98	486401,06	6661187,75	486419,17	-22,23	18,11	1,434
Poa25	6659219,31	482905,00	6659205,03	482882,16	-14,28	-22,84	1,347
Poa29	6660268,50	491025,27	6660248,93	491021,09	-19,57	-4,18	1,000
Poa31	6657300,47	496096,68	6657330,14	496085,32	29,67	-11,36	1,589
							Média
							1,247

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682398,61	477457,58	-2,44	-9,01	0,467
SI2	6684736,06	488942,35	6684716,82	488943,82	-19,24	1,47	0,965
SI5	6694878,47	476568,25	6694869,81	476523,43	-8,66	-44,82	2,282
SI9	6695174,83	488785,80	6695196,72	488785,90	21,89	0,10	1,094
SI10	6695524,33	496868,92	6695516,57	496918,22	-7,76	49,30	2,495
SI11	6693066,26	482577,18	6693038,41	482596,81	-27,85	19,63	1,703
SI4	6695386,46	490630,02	6695374,87	490644,58	-11,59	14,56	0,930
SI13	6688798,31	482902,18	6688837,55	482904,07	39,24	1,89	1,964
SI17	6686300,26	493362,72	6686277,59	493364,83	-22,66	2,11	1,138
SI19	6686292,50	499681,14	6686304,56	499688,93	12,06	7,79	0,718
SI23	6681606,21	479677,88	6681618,33	479661,01	12,12	-16,87	1,039
SI25	6681965,84	497634,13	6681980,21	497627,49	14,37	-6,64	0,791
Poa1	6674774,03	482320,24	6674777,99	482344,54	3,96	24,30	1,231
Poa18	6671440,94	497875,62	6671417,40	497904,16	-23,54	28,54	1,850
Poa3	6673980,85	477485,59	6673998,08	477503,24	17,23	17,65	1,233

Poa4	6672904,07	488712,43	6672918,23	488724,25	14,16	11,82	0,922
Poa5	6660517,10	477989,59	6660498,66	477999,33	-18,44	9,75	1,043
Poa6	6665379,42	491821,19	6665377,71	491824,26	-1,71	3,08	0,176
Poa7	6680114,85	486046,34	6680118,22	486085,53	3,37	39,19	1,967
Poa11	6677159,66	479905,62	6677138,95	479922,76	-20,71	17,14	1,344
Poa12	6677241,13	493244,67	6677217,81	493244,44	-23,32	-0,23	1,166
Poa13	6673747,04	492745,88	6673738,51	492764,27	-8,53	18,39	1,014
Poa16	6669813,32	485691,98	6669797,89	485684,40	-15,43	-7,58	0,859
Poa19	6665331,86	479235,57	6665337,70	479224,64	5,84	-10,93	0,620
Poa20	6664511,73	483001,35	6664518,22	482984,91	6,49	-16,44	0,884
Poa24	6663984,10	496226,70	6663996,86	496224,07	12,76	-2,63	0,651
Poa28	6658674,66	488834,25	6658658,20	488862,66	-16,46	28,41	1,642
Poa22	6660701,55	481072,98	6660698,71	481081,47	-2,84	8,50	0,448
Poa30	6657840,00	493933,57	6657821,12	493923,86	-18,88	-9,71	1,062
Poa31	6657300,47	496096,68	6657316,99	496126,50	16,52	29,82	1,705
							Média
							1,180

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682406,76	477474,71	5,71	8,12	0,497
SI14	6685744,88	489362,42	6685725,28	489361,98	-19,60	-0,43	0,980
SI5	6694878,47	476568,25	6694859,31	476538,36	-19,16	-29,89	1,775
SI8	6695286,45	485828,99	6695285,80	485806,29	-0,65	-22,70	1,136
SI10	6695524,33	496868,92	6695547,81	496897,80	23,48	28,88	1,861
SI11	6693066,26	482577,18	6693046,64	482592,72	-19,62	15,54	1,251
SI12	6693518,63	493320,72	6693522,14	493340,26	3,51	19,54	0,993
SI13	6688798,31	482902,18	6688825,84	482900,64	27,53	-1,54	1,378
SI17	6686300,26	493362,72	6686285,98	493362,09	-14,27	-0,63	0,714
SI3	6691361,68	496407,65	6691340,81	496384,83	-20,87	-22,82	1,546
SI23	6681606,21	479677,88	6681626,54	479678,11	20,33	0,23	1,017
SI26	6681382,72	499108,25	6681392,38	499143,13	9,66	34,88	1,810
Poa15	6670498,39	482822,72	6670506,28	482801,17	7,89	-21,55	1,148
Poa2	6673585,27	498516,72	6673587,16	498521,98	1,89	5,26	0,280
Poa14	6670693,45	478304,57	6670686,24	478321,47	-7,21	16,90	0,919
Poa4	6672904,07	488712,43	6672926,37	488741,49	22,30	29,06	1,832
Poa5	6660517,10	477989,59	6660507,48	477996,04	-9,62	6,46	0,579
Poa6	6665379,42	491821,19	6665386,21	491841,40	6,79	20,22	1,066
Poa7	6680114,85	486046,34	6680126,45	486082,76	11,60	36,42	1,911
Poa11	6677159,66	479905,62	6677147,12	479899,99	-12,54	-5,63	0,687
SI24	6680915,57	494935,54	6680927,12	494961,37	11,55	25,83	1,415
Poa17	6670741,74	492364,75	6670726,28	492361,47	-15,46	-3,28	0,790
Poa16	6669813,32	485691,98	6669786,25	485681,43	-27,07	-10,55	1,453
Poa19	6665331,86	479235,57	6665306,11	479221,52	-25,75	-14,05	1,467

Poa20	6664511,73	483001,35	6664526,43	483001,81	14,70	0,46	0,735
Poa24	6663984,10	496226,70	6663966,12	496221,40	-17,98	-5,30	0,938
Poa23	6661209,98	486401,06	6661206,33	486439,57	-3,65	38,51	1,934
Poa25	6659219,31	482905,00	6659226,52	482881,47	7,21	-23,53	1,231
Poa29	6660268,50	491025,27	6660247,43	491021,43	-21,07	-3,84	1,071
Poa31	6657300,47	496096,68	6657308,71	496104,55	8,24	7,87	0,570
							Média
							1,166

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682408,18	477463,18	7,13	-3,41	0,395
SI14	6685744,88	489362,42	6685726,46	489348,32	-18,42	-14,09	1,160
SI6	6691411,51	476056,24	6691418,99	476100,36	7,48	44,12	2,237
SI9	6695174,83	488785,80	6695186,60	488809,90	11,77	24,10	1,341
SI10	6695524,33	496868,92	6695549,51	496883,74	25,18	14,82	1,461
SI7	6695160,32	483319,59	6695127,62	483281,33	-32,70	-38,26	2,517
SI12	6693518,63	493320,72	6693523,73	493326,10	5,10	5,38	0,371
SI13	6688798,31	482902,18	6688826,45	482909,44	28,14	7,26	1,453
SI17	6686300,26	493362,72	6686287,44	493348,10	-12,81	-14,62	0,972
SI3	6691361,68	496407,65	6691342,80	496411,14	-18,88	3,49	0,960
SI23	6681606,21	479677,88	6681607,69	479685,73	1,48	7,85	0,399
SI26	6681382,72	499108,25	6681414,68	499109,62	31,96	1,37	1,600
Poa1	6674774,03	482320,24	6674787,25	482348,05	13,22	27,81	1,540
Poa18	6671440,94	497875,62	6671406,76	497847,56	-34,18	-28,06	2,211
Poa3	6673980,85	477485,59	6674007,35	477486,92	26,50	1,33	1,327
Poa4	6672904,07	488712,43	6672927,44	488727,52	23,37	15,09	1,391
Poa5	6660517,10	477989,59	6660508,04	478002,54	-9,06	12,96	0,791
Poa6	6665379,42	491821,19	6665367,04	491827,53	-12,38	6,35	0,696
Poa8	6681275,74	487220,85	6681247,39	487247,71	-28,35	26,86	1,952
Poa11	6677159,66	479905,62	6677148,30	479886,63	-11,36	-18,99	1,106
Poa12	6677241,13	493244,67	6677247,15	493247,66	6,02	2,99	0,336
Poa13	6673747,04	492745,88	6673767,70	492747,52	20,66	1,64	1,036
Poa16	6669813,32	485691,98	6669807,12	485687,71	-6,20	-4,27	0,376
Poa19	6665331,86	479235,57	6665306,87	479247,98	-24,99	12,41	1,395
Poa20	6664511,73	483001,35	6664487,56	483008,34	-24,17	6,99	1,258
Poa24	6663984,10	496226,70	6664006,38	496227,27	22,28	0,57	1,114
Poa23	6661209,98	486401,06	6661207,25	486425,32	-2,73	24,26	1,221
Poa26	6657675,84	484488,35	6657687,60	484506,97	11,76	18,62	1,101
Poa30	6657840,00	493933,57	6657830,70	493927,10	-9,30	-6,47	0,567
Poa31	6657300,47	496096,68	6657327,24	496109,99	26,77	13,31	1,495
							Média
							1,193

## 35 Pontos

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682376,31	477474,88	-24,74	8,29	1,305
SI3	6691361,68	496407,65	6691352,54	496420,37	-9,14	12,72	0,783
SI5	6694878,47	476568,25	6694852,84	476584,63	-25,63	16,38	1,521
SI6	6691411,51	476056,24	6691411,87	476063,68	0,36	7,44	0,372
SI7	6695160,32	483319,59	6695155,23	483274,37	-5,09	-45,22	2,275
SI9	6695174,83	488785,80	6695174,59	488800,28	-0,24	14,48	0,724
SI10	6695524,33	496868,92	6695539,89	496873,78	15,56	4,86	0,815
SI12	6693518,63	493320,72	6693492,65	493336,94	-25,98	16,22	1,532
SI13	6688798,31	482902,18	6688815,35	482919,47	17,04	17,29	1,214
SI14	6685744,88	489362,42	6685734,55	489379,24	-10,33	16,83	0,987
SI16	6685183,94	490543,90	6685175,23	490518,45	-8,71	-25,45	1,345
SI17	6686300,26	493362,72	6686317,30	493360,60	17,05	-2,12	0,859
SI23	6681606,21	479677,88	6681595,82	479677,02	-10,39	-0,86	0,521
SI25	6681965,84	497634,13	6681978,12	497640,89	12,28	6,76	0,701
Poa1	6674774,03	482320,24	6674775,40	482339,01	1,37	18,77	0,941
Poa2	6673585,27	498516,72	6673596,70	498538,97	11,43	22,25	1,251
Poa4	6672904,07	488712,43	6672915,59	488738,67	11,52	26,24	1,433
Poa5	6660517,10	477989,59	6660516,35	478015,66	-0,75	26,08	1,304
Poa6	6665379,42	491821,19	6665395,23	491818,59	15,81	-2,59	0,801
Poa8	6681275,74	487220,85	6681255,53	487238,87	-20,21	18,02	1,354
Poa10	6675954,12	477940,81	6675935,76	477958,35	-18,36	17,54	1,270
Poa12	6677241,13	493244,67	6677235,33	493258,74	-5,80	14,07	0,761
Poa14	6670693,45	478304,57	6670675,36	478318,64	-18,09	14,07	1,146
Poa15	6670498,39	482822,72	6670495,47	482798,60	-2,92	-24,12	1,215
Poa16	6669813,32	485691,98	6669815,33	485678,71	2,01	-13,27	0,671
Poa17	6670741,74	492364,75	6670715,27	492358,65	-26,47	-6,10	1,358
Poa19	6665331,86	479235,57	6665315,22	479239,01	-16,64	3,44	0,850
Poa20	6664511,73	483001,35	6664515,60	482999,14	3,87	-2,21	0,223
Poa21	6668654,27	498224,55	6668615,84	498238,41	-38,43	13,86	2,043
Poa23	6661209,98	486401,06	6661215,43	486437,23	5,45	36,17	1,829
Poa24	6663984,10	496226,70	6663974,78	496238,65	-9,32	11,95	0,758
Poa25	6659219,31	482905,00	6659215,66	482899,43	-3,65	-5,57	0,333
Poa28	6658674,66	488834,25	6658675,74	488857,60	1,08	23,35	1,169
Poa29	6660268,50	491025,27	6660256,10	491038,61	-12,40	13,34	0,911
Poa31	6657300,47	496096,68	6657296,21	496081,03	-4,26	-15,65	0,811
							Média
							1,068

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682390,70	477479,56	-10,35	12,97	0,830

SI3	6691361,68	496407,65	6691345,98	496426,43	-15,70	18,78	1,224
SI5	6694878,47	476568,25	6694866,64	476563,68	-11,83	-4,57	0,634
SI6	6691411,51	476056,24	6691405,83	476064,49	-5,68	8,25	0,501
SI11	6693066,26	482577,18	6693049,98	482612,98	-16,28	35,80	1,966
SI8	6695286,45	485828,99	6695289,18	485808,23	2,73	-20,76	1,047
SI10	6695524,33	496868,92	6695552,93	496919,70	28,60	50,78	2,914
SI4	6695386,46	490630,02	6695387,64	490644,33	1,18	14,31	0,718
SI13	6688798,31	482902,18	6688830,02	482904,09	31,71	1,91	1,588
SI14	6685744,88	489362,42	6685729,01	489364,60	-15,87	2,19	0,801
SI24	6680915,57	494935,54	6680931,51	494964,03	15,94	28,49	1,633
SI17	6686300,26	493362,72	6686310,23	493364,77	9,98	2,05	0,509
SI23	6681606,21	479677,88	6681610,28	479661,96	4,07	-15,92	0,822
SI25	6681965,84	497634,13	6681972,77	497626,78	6,93	-7,35	0,505
Poa11	6677159,66	479905,62	6677130,54	479923,21	-29,12	17,59	1,701
Poa2	6673585,27	498516,72	6673611,49	498504,66	26,22	-12,06	1,443
Poa4	6672904,07	488712,43	6672910,18	488724,24	6,11	11,81	0,665
Poa5	6660517,10	477989,59	6660510,76	478000,46	-6,34	10,88	0,629
Poa6	6665379,42	491821,19	6665389,66	491824,18	10,24	3,00	0,533
Poa8	6681275,74	487220,85	6681250,12	487244,25	-25,62	23,40	1,735
Poa3	6673980,85	477485,59	6673990,02	477503,58	9,17	17,99	1,010
Poa12	6677241,13	493244,67	6677229,92	493244,39	-11,21	-0,28	0,561
Poa14	6670693,45	478304,57	6670689,90	478304,23	-3,55	-0,34	0,179
Poa15	6670498,39	482822,72	6670510,02	482804,25	11,63	-18,47	1,091
Poa16	6669813,32	485691,98	6669809,85	485684,34	-3,47	-7,64	0,420
Poa17	6670741,74	492364,75	6670729,75	492384,23	-11,99	19,48	1,144
Poa19	6665331,86	479235,57	6665309,75	479244,44	-22,11	8,87	1,191
Poa20	6664511,73	483001,35	6664510,13	483004,65	-1,60	3,30	0,183
Poa18	6671440,94	497875,62	6671409,54	497904,26	-31,40	28,64	2,125
Poa23	6661209,98	486401,06	6661209,93	486422,78	-0,05	21,72	1,086
Poa24	6663984,10	496226,70	6664008,97	496224,09	24,87	-2,61	1,250
Poa22	6660701,55	481072,98	6660710,58	481082,06	9,03	9,09	0,641
Poa28	6658674,66	488834,25	6658670,15	488843,19	-4,51	8,94	0,501
Poa30	6657840,00	493933,57	6657833,21	493903,87	-6,79	-29,70	1,523
Poa31	6657300,47	496096,68	6657309,64	496126,28	9,17	29,60	1,550
							Média
							1,053

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682411,28	477474,22	10,23	7,63	0,638
SI3	6691361,68	496407,65	6691343,34	496419,91	-18,34	12,26	1,103
SI5	6694878,47	476568,25	6694865,21	476582,89	-13,26	14,64	0,988
SI6	6691411,51	476056,24	6691424,37	476062,18	12,86	5,94	0,708
SI7	6695160,32	483319,59	6695148,28	483273,47	-12,04	-46,12	2,383

SI8	6695286,45	485828,99	6695287,76	485842,62	1,31	13,63	0,685
SI10	6695524,33	496868,92	6695550,30	496893,43	25,97	24,51	1,785
SI12	6693518,63	493320,72	6693524,40	493316,14	5,77	-4,58	0,368
SI13	6688798,31	482902,18	6688828,63	482918,63	30,32	16,45	1,725
SI14	6685744,88	489362,42	6685727,33	489378,28	-17,55	15,87	1,183
SI16	6685183,94	490543,90	6685167,91	490537,66	-16,03	-6,24	0,860
SI17	6686300,26	493362,72	6686308,03	493358,26	7,78	-4,46	0,448
SI23	6681606,21	479677,88	6681608,87	479676,21	2,66	-1,67	0,157
SI26	6681382,72	499108,25	6681393,99	499138,80	11,27	30,55	1,628
Poa11	6677159,66	479905,62	6677149,05	479897,05	-10,61	-8,57	0,682
Poa2	6673585,27	498516,72	6673589,33	498518,05	4,06	1,33	0,214
Poa4	6672904,07	488712,43	6672908,69	488737,84	4,62	25,41	1,291
Poa5	6660517,10	477989,59	6660509,80	478014,69	-7,30	25,11	1,307
Poa6	6665379,42	491821,19	6665368,65	491817,73	-10,77	-3,45	0,566
Poa7	6680114,85	486046,34	6680108,73	486078,87	-6,12	32,53	1,655
Poa10	6675954,12	477940,81	6675948,79	477957,53	-5,33	16,72	0,877
Poa12	6677241,13	493244,67	6677228,03	493257,92	-13,10	13,25	0,932
Poa14	6670693,45	478304,57	6670688,48	478317,83	-4,97	13,26	0,708
Poa15	6670498,39	482822,72	6670488,67	482797,91	-9,72	-24,81	1,332
Poa16	6669813,32	485691,98	6669788,44	485677,94	-24,88	-14,04	1,428
Poa13	6673747,04	492745,88	6673730,94	492737,82	-16,10	-8,06	0,900
Poa19	6665331,86	479235,57	6665310,48	479238,22	-21,38	2,65	1,077
Poa20	6664511,73	483001,35	6664490,89	482998,36	-20,84	-2,99	1,053
Poa21	6668654,27	498224,55	6668611,38	498237,48	-42,89	12,93	2,240
Poa23	6661209,98	486401,06	6661210,71	486436,45	0,73	35,39	1,770
Poa24	6663984,10	496226,70	6663970,51	496237,75	-13,59	11,05	0,876
Poa26	6657675,84	484488,35	6657690,65	484477,37	14,81	-10,98	0,922
Poa28	6658674,66	488834,25	6658671,16	488856,87	-3,50	22,62	1,145
Poa29	6660268,50	491025,27	6660251,65	491017,82	-16,85	-7,45	0,921
Poa31	6657300,47	496096,68	6657312,74	496100,34	12,27	3,66	0,640
							Média
							1,063

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682409,74	477480,15	8,69	13,56	0,805
SI3	6691361,68	496407,65	6691344,63	496427,10	-17,05	19,45	1,294
SI5	6694878,47	476568,25	6694865,83	476544,61	-12,64	-23,64	1,340
SI6	6691411,51	476056,24	6691404,92	476045,50	-6,59	-10,74	0,630
SI11	6693066,26	482577,18	6693029,05	482614,17	-37,21	36,99	2,623
SI9	6695174,83	488785,80	6695167,63	488786,01	-7,20	0,21	0,360
SI10	6695524,33	496868,92	6695551,08	496880,41	26,75	11,49	1,456
SI4	6695386,46	490630,02	6695386,35	490624,99	-0,11	-5,03	0,252
SI13	6688798,31	482902,18	6688828,77	482904,78	30,46	2,60	1,528

SI14	6685744,88	489362,42	6685727,83	489365,26	-17,05	2,85	0,864
SI16	6685183,94	490543,90	6685168,49	490544,62	-15,45	0,72	0,773
SI17	6686300,26	493362,72	6686308,90	493365,37	8,65	2,65	0,452
SI23	6681606,21	479677,88	6681609,26	479682,60	3,05	4,72	0,281
SI26	6681382,72	499108,25	6681395,87	499126,03	13,15	17,78	1,106
Poa1	6674774,03	482320,24	6674788,83	482345,14	14,80	24,90	1,448
Poa2	6673585,27	498516,72	6673590,31	498505,28	5,04	-11,44	0,625
Poa4	6672904,07	488712,43	6672929,05	488724,85	24,98	12,42	1,395
Poa5	6660517,10	477989,59	6660509,68	478020,50	-7,42	30,92	1,590
Poa6	6665379,42	491821,19	6665388,61	491824,79	9,19	3,61	0,494
Poa8	6681275,74	487220,85	6681268,94	487244,88	-6,80	24,03	1,248
Poa3	6673980,85	477485,59	6673988,94	477504,24	8,09	18,65	1,017
Poa12	6677241,13	493244,67	6677228,74	493244,99	-12,39	0,32	0,620
Poa14	6670693,45	478304,57	6670668,80	478324,84	-24,65	20,27	1,596
Poa15	6670498,39	482822,72	6670508,91	482804,83	10,52	-17,89	1,038
Poa16	6669813,32	485691,98	6669808,74	485724,93	-4,58	32,95	1,663
Poa17	6670741,74	492364,75	6670728,63	492384,84	-13,11	20,09	1,199
Poa19	6665331,86	479235,57	6665308,62	479264,92	-23,24	29,35	1,872
Poa20	6664511,73	483001,35	6664509,05	483005,20	-2,68	3,85	0,234
Poa18	6671440,94	497875,62	6671408,42	497904,88	-32,52	29,26	2,187
Poa23	6661209,98	486401,06	6661208,84	486423,28	-1,14	22,22	1,113
Poa24	6663984,10	496226,70	6663987,99	496224,68	3,89	-2,02	0,219
Poa25	6659219,31	482905,00	6659209,11	482885,07	-10,20	-19,93	1,119
Poa28	6658674,66	488834,25	6658669,05	488823,72	-5,61	-10,53	0,596
Poa30	6657840,00	493933,57	6657832,03	493924,47	-7,97	-9,10	0,605
Poa31	6657300,47	496096,68	6657308,71	496126,86	8,24	30,18	1,564
							Média
							1,063

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682389,41	477475,84	-11,64	9,25	0,743
SI3	6691361,68	496407,65	6691344,97	496421,16	-16,71	13,51	1,075
SI5	6694878,47	476568,25	6694865,81	476585,64	-12,66	17,39	1,076
SI6	6691411,51	476056,24	6691405,10	476064,62	-6,41	8,38	0,527
SI7	6695160,32	483319,59	6695148,55	483275,14	-11,77	-44,45	2,299
SI9	6695174,83	488785,80	6695187,71	488801,38	12,88	15,58	1,011
SI10	6695524,33	496868,92	6695550,46	496875,87	26,13	6,95	1,352
SI12	6693518,63	493320,72	6693505,45	493318,44	-13,18	-2,28	0,669
SI13	6688798,31	482902,18	6688828,64	482920,60	30,33	18,42	1,774
SI14	6685744,88	489362,42	6685747,79	489380,25	2,91	17,84	0,904
SI24	6680915,57	494935,54	6680929,68	494959,36	14,11	23,82	1,384
SI17	6686300,26	493362,72	6686308,62	493359,81	8,37	-2,91	0,443
SI23	6681606,21	479677,88	6681609,03	479657,91	2,82	-19,97	1,009

SI19	6686292,50	499681,14	6686294,56	499682,55	2,06	1,41	0,125
Poa1	6674774,03	482320,24	6674788,68	482339,90	14,65	19,66	1,226
Poa2	6673585,27	498516,72	6673589,70	498519,75	4,43	3,03	0,269
Poa4	6672904,07	488712,43	6672908,84	488739,59	4,77	27,16	1,379
Poa5	6660517,10	477989,59	6660529,45	478016,74	12,35	27,16	1,492
Poa6	6665379,42	491821,19	6665388,56	491819,52	9,14	-1,66	0,464
SI2	6684736,06	488942,35	6684707,70	488939,35	-28,36	-3,00	1,426
Poa10	6675954,12	477940,81	6675928,97	477959,24	-25,15	18,43	1,559
Poa12	6677241,13	493244,67	6677228,51	493259,60	-12,62	14,93	0,978
Poa14	6670693,45	478304,57	6670668,61	478319,56	-24,84	14,99	1,451
Poa15	6670498,39	482822,72	6670508,77	482799,55	10,38	-23,17	1,270
Poa16	6669813,32	485691,98	6669808,59	485679,64	-4,73	-12,34	0,661
Poa13	6673747,04	492745,88	6673749,00	492759,56	1,96	13,68	0,691
Poa19	6665331,86	479235,57	6665308,45	479240,01	-23,41	4,44	1,191
Poa20	6664511,73	483001,35	6664488,90	483000,11	-22,83	-1,24	1,143
Poa21	6668654,27	498224,55	6668629,12	498239,32	-25,15	14,77	1,458
Poa23	6661209,98	486401,06	6661208,72	486418,10	-1,26	17,04	0,854
Poa24	6663984,10	496226,70	6663988,17	496239,59	4,07	12,89	0,676
Poa26	6657675,84	484488,35	6657688,74	484479,13	12,90	-9,22	0,793
Poa28	6658674,66	488834,25	6658669,01	488858,42	-5,65	24,17	1,241
Poa30	6657840,00	493933,57	6657812,04	493919,34	-27,96	-14,23	1,569
Poa31	6657300,47	496096,68	6657309,29	496121,76	8,82	25,08	1,329
							Média
							1,072

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682396,43	477459,27	-4,62	-7,32	0,433
SI3	6691361,68	496407,65	6691352,69	496406,23	-8,99	-1,42	0,455
SI5	6694878,47	476568,25	6694872,93	476563,56	-5,54	-4,69	0,363
SI6	6691411,51	476056,24	6691412,04	476064,32	0,53	8,08	0,405
SI11	6693066,26	482577,18	6693035,56	482573,11	-30,70	-4,07	1,548
SI8	6695286,45	485828,99	6695294,76	485788,32	8,31	-40,67	2,076
SI10	6695524,33	496868,92	6695540,40	496899,61	16,07	30,69	1,732
SI12	6693518,63	493320,72	6693512,72	493302,62	-5,91	-18,10	0,952
SI13	6688798,31	482902,18	6688815,56	482903,98	17,25	1,80	0,867
SI14	6685744,88	489362,42	6685754,64	489344,56	9,76	-17,85	1,017
SI16	6685183,94	490543,90	6685175,37	490523,93	-8,57	-19,97	1,086
SI17	6686300,26	493362,72	6686316,03	493364,64	15,78	1,92	0,795
SI23	6681606,21	479677,88	6681615,92	479661,75	9,71	-16,13	0,942
SI25	6681965,84	497634,13	6681978,49	497606,63	12,65	-27,50	1,513
Poa1	6674774,03	482320,24	6674795,50	482364,37	21,47	44,13	2,454
Poa2	6673585,27	498516,72	6673616,82	498504,54	31,55	-12,18	1,691
Poa4	6672904,07	488712,43	6672915,68	488724,15	11,61	11,72	0,825

Poa5	6660517,10	477989,59	6660516,22	478000,70	-0,88	11,12	0,558
Poa6	6665379,42	491821,19	6665375,26	491824,07	-4,16	2,89	0,253
Poa8	6681275,74	487220,85	6681255,65	487244,15	-20,09	23,30	1,538
Poa3	6673980,85	477485,59	6673995,62	477503,41	14,77	17,82	1,157
Poa12	6677241,13	493244,67	6677255,48	493264,28	14,35	19,61	1,215
Poa14	6670693,45	478304,57	6670675,45	478324,14	-18,00	19,57	1,329
Poa15	6670498,39	482822,72	6670495,55	482804,08	-2,84	-18,64	0,943
Poa16	6669813,32	485691,98	6669795,46	485684,21	-17,86	-7,77	0,974
Poa17	6670741,74	492364,75	6670735,44	492364,14	-6,30	-0,61	0,316
Poa19	6665331,86	479235,57	6665315,27	479244,44	-16,59	8,87	0,941
Poa20	6664511,73	483001,35	6664495,63	483004,63	-16,10	3,28	0,821
Poa18	6671440,94	497875,62	6671415,28	497904,23	-25,66	28,61	1,922
Poa23	6661209,98	486401,06	6661215,54	486422,84	5,56	21,78	1,124
Poa24	6663984,10	496226,70	6663974,63	496223,94	-9,47	-2,76	0,493
Poa22	6660701,55	481072,98	6660696,06	481082,21	-5,49	9,24	0,537
Poa28	6658674,66	488834,25	6658655,87	488843,22	-18,79	8,97	1,041
Poa29	6660268,50	491025,27	6660256,22	491004,14	-12,28	-21,13	1,222
Poa31	6657300,47	496096,68	6657295,92	496086,14	-4,55	-10,54	0,574
							Média
							1,032

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682408,56	477469,57	7,51	2,98	0,404
SI3	6691361,68	496407,65	6691343,41	496414,89	-18,27	7,24	0,983
SI5	6694878,47	476568,25	6694864,75	476576,67	-13,72	8,42	0,805
SI6	6691411,51	476056,24	6691403,98	476056,42	-7,53	0,18	0,377
SI7	6695160,32	483319,59	6695127,68	483288,77	-32,64	-30,82	2,245
SI8	6695286,45	485828,99	6695287,22	485858,09	0,77	29,10	1,455
SI10	6695524,33	496868,92	6695549,67	496868,59	25,34	-0,33	1,267
SI4	6695386,46	490630,02	6695405,56	490653,52	19,10	23,50	1,514
SI13	6688798,31	482902,18	6688828,06	482913,98	29,75	11,80	1,600
SI14	6685744,88	489362,42	6685746,93	489353,81	2,05	-8,60	0,442
SI24	6680915,57	494935,54	6680928,87	494973,06	13,30	37,52	1,991
SI17	6686300,26	493362,72	6686307,74	493353,63	7,49	-9,09	0,589
SI23	6681606,21	479677,88	6681608,25	479671,62	2,04	-6,26	0,329
SI19	6686292,50	499681,14	6686293,93	499696,31	1,43	15,17	0,762
Poa11	6677159,66	479905,62	6677148,42	479892,53	-11,24	-13,09	0,862
Poa2	6673585,27	498516,72	6673588,86	498513,48	3,59	-3,24	0,242
Poa4	6672904,07	488712,43	6672908,13	488733,32	4,06	20,89	1,064
Poa5	6660517,10	477989,59	6660529,13	478029,83	12,03	40,25	2,100
Poa6	6665379,42	491821,19	6665387,88	491813,20	8,46	-7,98	0,582
Poa7	6680114,85	486046,34	6680108,18	486074,37	-6,67	28,03	1,441
Poa10	6675954,12	477940,81	6675948,18	477973,01	-5,94	32,20	1,637

Poa12	6677241,13	493244,67	6677227,68	493253,36	-13,45	8,69	0,801
Poa14	6670693,45	478304,57	6670687,89	478333,30	-5,56	28,73	1,463
Poa15	6670498,39	482822,72	6670508,08	482813,35	9,69	-9,37	0,674
Poa16	6669813,32	485691,98	6669807,89	485673,38	-5,43	-18,60	0,969
Poa13	6673747,04	492745,88	6673748,25	492753,29	1,21	7,41	0,375
Poa19	6665331,86	479235,57	6665307,82	479253,56	-24,04	17,99	1,501
Poa20	6664511,73	483001,35	6664508,20	482993,75	-3,53	-7,60	0,419
Poa21	6668654,27	498224,55	6668608,70	498232,94	-45,57	8,39	2,317
Poa23	6661209,98	486401,06	6661188,01	486411,93	-21,97	10,87	1,226
Poa24	6663984,10	496226,70	6663987,67	496233,18	3,57	6,48	0,370
Poa25	6659219,31	482905,00	6659208,25	482893,89	-11,06	-11,11	0,784
Poa28	6658674,66	488834,25	6658668,40	488852,36	-6,26	18,11	0,958
Poa29	6660268,50	491025,27	6660248,86	491013,29	-19,64	-11,98	1,150
Poa31	6657300,47	496096,68	6657309,51	496095,57	9,04	-1,11	0,456
							Média
							1,033

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (Imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682410,99	477464,30	9,94	-2,29	0,510
SI3	6691361,68	496407,65	6691346,86	496410,82	-14,82	3,17	0,758
SI5	6694878,47	476568,25	6694866,79	476549,87	-11,68	-18,38	1,089
SI6	6691411,51	476056,24	6691406,08	476050,34	-5,43	-5,90	0,401
SI11	6693066,26	482577,18	6693030,52	482618,17	-35,74	40,99	2,072
SI9	6695174,83	488785,80	6695189,85	488769,85	15,02	-15,95	1,095
SI10	6695524,33	496868,92	6695533,16	496884,92	8,83	16,00	0,914
SI12	6693518,63	493320,72	6693527,30	493327,33	8,67	6,61	0,545
SI13	6688798,31	482902,18	6688830,32	482908,70	32,01	6,52	1,633
SI14	6685744,88	489362,42	6685749,58	489349,04	4,70	-13,37	0,709
SI16	6685183,94	490543,90	6685170,21	490528,31	-13,73	-15,59	1,038
SI17	6686300,26	493362,72	6686310,63	493369,05	10,38	6,33	0,608
SI23	6681606,21	479677,88	6681610,65	479686,55	4,44	8,67	0,487
SI26	6681382,72	499108,25	6681396,91	499109,74	14,19	1,49	0,714
Poa11	6677159,66	479905,62	6677150,88	479927,71	-8,78	22,09	1,189
Poa2	6673585,27	498516,72	6673591,63	498508,87	6,36	-7,85	0,505
Poa4	6672904,07	488712,43	6672930,59	488748,60	26,52	36,17	2,243
Poa5	6660517,10	477989,59	6660511,40	478004,27	-5,70	14,69	0,788
Poa6	6665379,42	491821,19	6665390,14	491828,54	10,72	7,36	0,650
SI2	6684736,06	488942,35	6684729,45	488948,26	-6,61	5,91	0,443
Poa10	6675954,12	477940,81	6675950,61	477968,26	-3,51	27,45	1,384
Poa12	6677241,13	493244,67	6677250,31	493248,69	9,18	4,02	0,501
Poa14	6670693,45	478304,57	6670670,29	478308,60	-23,16	4,03	1,176
Poa15	6670498,39	482822,72	6670510,48	482808,70	12,09	-14,02	0,926
Poa16	6669813,32	485691,98	6669810,26	485688,73	-3,06	-3,25	0,223

Poa17	6670741,74	492364,75	6670710,21	492388,59	-31,53	23,84	1,976
Poa19	6665331,86	479235,57	6665310,19	479268,75	-21,67	33,18	1,982
Poa20	6664511,73	483001,35	6664510,64	483009,02	-1,09	7,67	0,387
Poa18	6671440,94	497875,62	6671410,05	497908,75	-30,89	33,13	2,265
Poa23	6661209,98	486401,06	6661190,36	486426,98	-19,62	25,92	1,625
Poa24	6663984,10	496226,70	6663989,60	496228,43	5,50	1,73	0,288
Poa26	6657675,84	484488,35	6657690,45	484487,70	14,61	-0,65	0,731
Poa28	6658674,66	488834,25	6658650,58	488867,42	-24,08	33,17	2,050
Poa30	6657840,00	493933,57	6657833,61	493908,24	-6,39	-25,33	1,306
Poa31	6657300,47	496096,68	6657310,52	496110,68	10,05	14,00	0,862
							Média
							1,031

#### 40 Pontos

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	
SI1	6682401,05	477466,59	6682388,01	477491,35	-13,04	24,76	1,399
SI2	6684736,06	488942,35	6684726,70	488954,59	-9,36	12,24	0,770
SI3	6691361,68	496407,65	6691363,84	496416,16	2,16	8,51	0,439
SI4	6695386,46	490630,02	6695385,68	490655,10	-0,78	25,08	1,254
SI5	6694878,47	476568,25	6694844,17	476578,61	-34,30	10,36	1,792
SI6	6691411,51	476056,24	6691403,53	476058,21	-7,98	1,97	0,411
SI7	6695160,32	483319,59	6695147,52	483290,34	-12,80	-29,25	1,597
SI8	6695286,45	485828,99	6695287,05	485839,65	0,60	10,66	0,534
SI10	6695524,33	496868,92	6695528,87	496870,76	4,54	1,84	0,245
SI12	6693518,63	493320,72	6693504,49	493333,47	-14,14	12,75	0,952
SI13	6688798,31	482902,18	6688827,40	482915,55	29,09	13,37	1,601
SI16	6685183,94	490543,90	6685167,24	490534,53	-16,70	-9,37	0,957
SI17	6686300,25	493362,72	6686287,40	493355,02	-12,85	-7,70	0,749
SI19	6686292,50	499681,14	6686292,32	499697,39	-0,18	16,25	0,812
SI23	6681606,21	479677,88	6681607,78	479693,26	1,57	15,38	0,773
SI26	6681382,72	499108,25	6681392,06	499135,40	9,34	27,15	1,436
Poa1	6674774,03	482320,24	6674787,54	482335,05	13,51	14,81	1,002
Poa2	6673585,27	498516,72	6673588,06	498514,79	2,79	-1,93	0,170
Poa3	6673980,85	477485,59	6673987,56	477494,37	6,71	8,78	0,553
Poa4	6672904,07	488712,43	6672927,64	488734,80	23,57	22,37	1,625
Poa5	6660517,10	477989,58	6660508,79	478031,20	-8,31	41,62	2,122
Poa6	6665379,42	491821,18	6665387,43	491814,69	8,01	-6,49	0,516
Poa7	6680114,85	486046,34	6680127,71	486075,85	12,86	29,51	1,610
Poa10	6675954,12	477940,81	6675947,70	477974,55	-6,42	33,74	1,717
Poa11	6677159,66	479905,62	6677147,97	479914,11	-11,69	8,49	0,722
Poa12	6677241,13	493244,67	6677247,35	493254,79	6,22	10,12	0,594
Poa13	6673747,04	492745,88	6673747,72	492754,76	0,68	8,88	0,445
Poa14	6670693,45	478304,57	6670687,47	478314,78	-5,98	10,21	0,592

Poa15	6670498,39	482822,72	6670507,65	482814,96	9,26	-7,76	0,604
Poa16	6669813,32	485691,98	6669807,50	485674,91	-5,82	-17,07	0,902
Poa17	6670741,74	492364,75	6670707,69	492374,77	-34,05	10,02	1,774
Poa19	6665331,86	479235,57	6665307,43	479235,04	-24,43	-0,53	1,222
Poa20	6664511,73	483001,35	6664507,80	482995,23	-3,93	-6,12	0,364
Poa21	6668654,27	498224,55	6668608,38	498234,42	-45,89	9,87	2,347
Poa23	6661209,98	486401,06	6661207,56	486433,25	-2,42	32,19	1,614
Poa24	6663984,10	496226,70	6663987,21	496234,74	3,11	8,04	0,431
Poa25	6659219,31	482905,00	6659207,88	482895,33	-11,43	-9,67	0,748
Poa28	6658674,66	488834,25	6658667,89	488853,70	-6,77	19,45	1,030
Poa29	6660268,50	491025,27	6660248,31	491034,75	-20,19	9,48	1,115
Poa31	6657300,47	496096,68	6657308,84	496097,18	8,37	0,50	0,419
							Média
							0,999

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682391,75	477471,42	-9,30	4,83	0,524
SI2	6684736,06	488942,35	6684710,46	488954,75	-25,60	12,40	1,422
SI3	6691361,68	496407,65	6691348,23	496416,53	-13,45	8,88	0,806
SI4	6695386,46	490630,02	6695389,68	490655,18	3,22	25,16	1,268
SI5	6694878,47	476568,25	6694867,80	476578,71	-10,67	10,46	0,747
SI6	6691411,51	476056,24	6691407,17	476078,29	-4,34	22,05	1,123
SI7	6695160,32	483319,59	6695131,17	483290,73	-29,15	-28,86	2,051
SI8	6695286,45	485828,99	6695290,79	485839,58	4,34	10,59	0,572
SI10	6695524,33	496868,92	6695533,88	496870,81	9,55	1,89	0,487
SI12	6693518,63	493320,72	6693508,65	493333,51	-9,98	12,79	0,811
SI13	6688798,31	482902,18	6688831,07	482915,63	32,76	13,45	1,771
SI14	6685744,88	489362,42	6685750,56	489375,45	5,68	13,04	0,711
SI16	6685183,94	490543,90	6685171,08	490514,74	-12,86	-29,16	1,593
SI19	6686292,50	499681,14	6686297,13	499697,90	4,63	16,76	0,869
SI23	6681606,21	479677,88	6681611,48	479673,34	5,27	-4,54	0,348
SI25	6681965,84	497634,13	6681973,12	497616,91	7,28	-17,22	0,935
Poa1	6674774,03	482320,24	6674791,22	482335,21	17,19	14,97	1,140
Poa2	6673585,27	498516,72	6673591,85	498515,07	6,58	-1,65	0,339
Poa3	6673980,85	477485,59	6673971,24	477494,46	-9,61	8,87	0,654
Poa4	6672904,07	488712,43	6672931,32	488734,96	27,25	22,53	1,768
Poa5	6660517,10	477989,59	6660512,21	478012,01	-4,89	22,43	1,148
Poa6	6665379,42	491821,19	6665391,01	491814,83	11,59	-6,35	0,661
Poa7	6680114,85	486046,34	6680111,40	486075,96	-3,45	29,62	1,491
Poa10	6675954,12	477940,81	6675951,42	477954,65	-2,70	13,84	0,705
Poa11	6677159,66	479905,62	6677151,72	479914,19	-7,94	8,57	0,584
Poa12	6677241,13	493244,67	6677251,13	493255,00	10,00	10,33	0,719
Poa13	6673747,04	492745,88	6673751,44	492754,94	4,40	9,06	0,504

Poa14	6670693,45	478304,57	6670671,14	478314,96	-22,31	10,39	1,231
Poa15	6670498,39	482822,72	6670511,29	482795,01	12,90	-27,71	1,528
Poa16	6669813,32	485691,98	6669791,20	485675,04	-22,12	-16,94	1,393
Poa17	6670741,74	492364,75	6670731,36	492374,93	-10,38	10,18	0,727
Poa19	6665331,86	479235,57	6665331,06	479235,31	-0,80	-0,26	0,042
Poa22	6660701,55	481072,98	6660711,92	481093,28	10,37	20,31	1,140
Poa18	6671440,94	497875,62	6671411,38	497915,22	-29,56	39,60	2,471
Poa23	6661209,98	486401,06	6661211,24	486433,74	1,26	32,68	1,635
Poa24	6663984,10	496226,70	6663990,58	496234,74	6,48	8,04	0,516
Poa25	6659219,31	482905,00	6659211,48	482895,73	-7,83	-9,27	0,607
Poa28	6658674,66	488834,25	6658671,55	488854,14	-3,11	19,89	1,007
Poa29	6660268,50	491025,27	6660251,93	491014,96	-16,57	-10,31	0,976
Poa31	6657300,47	496096,68	6657312,02	496077,00	11,55	-19,68	1,141
							Média
							1,004

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682382,23	477460,33	-18,82	-6,26	0,992
SI2	6684736,06	488942,35	6684720,96	488944,50	-15,10	2,15	0,763
SI3	6691361,68	496407,65	6691357,25	496426,34	-4,43	18,69	0,961
SI4	6695386,46	490630,02	6695379,53	490645,18	-6,93	15,16	0,833
SI5	6694878,47	476568,25	6694857,90	476544,67	-20,57	-23,58	1,564
SI6	6691411,51	476056,24	6691417,34	476045,33	5,83	-10,91	0,619
SI11	6693066,26	482577,18	6693042,02	482594,02	-24,24	16,84	1,476
SI9	6695174,83	488785,80	6695180,81	488786,25	5,98	0,45	0,300
SI10	6695524,33	496868,92	6695521,71	496900,90	-2,62	31,98	1,604
SI24	6680915,57	494935,54	6680902,63	494944,67	-12,94	9,13	0,792
SI13	6688798,31	482902,18	6688821,75	482904,83	23,44	2,65	1,179
SI14	6685744,88	489362,42	6685721,02	489365,36	-23,86	2,95	1,202
SI17	6686300,26	493362,72	6686281,57	493365,11	-18,68	2,39	0,942
SI19	6686292,50	499681,14	6686286,36	499707,61	-6,14	26,47	1,358
Poa11	6677159,66	479905,62	6677142,31	479903,85	-17,35	-1,77	0,872
SI26	6681382,72	499108,25	6681386,53	499125,59	3,81	17,34	0,888
Poa1	6674774,03	482320,24	6674781,84	482345,07	7,81	24,83	1,302
Poa2	6673585,27	498516,72	6673582,48	498504,95	-2,79	-11,77	0,605
Poa3	6673980,85	477485,59	6674001,85	477504,23	21,00	18,64	1,404
Poa4	6672904,07	488712,43	6672921,96	488724,83	17,89	12,40	1,088
Poa5	6660517,10	477989,59	6660502,93	478001,12	-14,17	11,54	0,914
Poa6	6665379,42	491821,19	6665401,59	491824,74	22,17	3,56	1,123
Poa8	6681275,74	487220,85	6681261,96	487244,88	-13,78	24,03	1,385
Poa10	6675954,12	477940,81	6675942,01	477944,37	-12,11	3,56	0,631
Poa11	6677159,66	479905,62	6677142,31	479903,85	-17,35	-1,77	0,872
Poa12	6677241,13	493244,67	6677221,69	493244,85	-19,44	0,18	0,972

Poa13	6673747,04	492745,88	6673742,07	492764,81	-4,97	18,93	0,979
Poa14	6670693,45	478304,57	6670681,79	478324,83	-11,66	20,26	1,169
Poa15	6670498,39	482822,72	6670501,92	482804,86	3,53	-17,86	0,910
Poa16	6669813,32	485691,98	6669801,83	485684,91	-11,49	-7,07	0,674
Poa17	6670741,74	492364,75	6670721,96	492384,81	-19,78	20,06	1,408
Poa19	6665331,86	479235,57	6665321,75	479245,06	-10,11	9,49	0,693
Poa22	6660701,55	481072,98	6660702,59	481082,67	1,04	9,70	0,488
Poa18	6671440,94	497875,62	6671401,96	497905,07	-38,98	29,45	2,443
Poa23	6661209,98	486401,06	6661201,83	486423,36	-8,15	22,30	1,187
Poa24	6663984,10	496226,70	6663981,07	496224,66	-3,03	-2,04	0,183
Poa25	6659219,31	482905,00	6659222,13	482885,28	2,82	-19,72	0,996
Poa28	6658674,66	488834,25	6658662,04	488843,76	-12,62	9,51	0,790
Poa30	6657840,00	493933,57	6657825,16	493924,45	-14,84	-9,12	0,871
Poa31	6657300,47	496096,68	6657321,93	496106,76	21,46	10,08	1,186
							Média
							1,015

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682382,28	477456,65	-18,77	-9,94	1,062
SI2	6684736,06	488942,35	6684720,96	488940,03	-15,10	-2,32	0,764
SI3	6691361,68	496407,65	6691357,08	496421,58	-4,60	13,93	0,734
SI4	6695386,46	490630,02	6695359,58	490660,54	-26,88	30,52	2,033
SI5	6694878,47	476568,25	6694857,60	476586,37	-20,87	18,12	1,382
SI6	6691411,51	476056,24	6691417,06	476065,22	5,55	8,98	0,528
SI7	6695160,32	483319,59	6695141,83	483296,32	-18,49	-23,27	1,486
SI9	6695174,83	488785,80	6695180,89	488801,89	6,06	16,09	0,860
SI10	6695524,33	496868,92	6695541,75	496875,79	17,42	6,87	0,936
SI24	6680915,57	494935,54	6680902,64	494959,91	-12,93	24,37	1,379
SI13	6688798,31	482902,18	6688821,75	482921,32	23,44	19,14	1,513
SI14	6685744,88	489362,42	6685741,02	489380,80	-3,86	18,39	0,939
SI16	6685183,94	490543,90	6685181,51	490539,95	-2,43	-3,95	0,232
SI19	6686292,50	499681,14	6686286,45	499702,91	-6,05	21,77	1,130
Poa11	6677159,66	479905,62	6677142,39	479899,40	-17,27	-6,22	0,917
SI26	6681382,72	499108,25	6681366,71	499120,80	-16,01	12,55	1,017
Poa1	6674774,03	482320,24	6674781,89	482340,47	7,86	20,23	1,085
Poa2	6673585,27	498516,72	6673582,65	498520,33	-2,62	3,61	0,223
Poa3	6673980,85	477485,59	6673981,90	477499,61	1,05	14,02	0,703
Poa4	6672904,07	488712,43	6672922,02	488720,20	17,95	7,77	0,978
Poa5	6660517,10	477989,59	6660502,94	477997,72	-14,16	8,14	0,817
Poa6	6665379,42	491821,19	6665381,71	491820,11	2,29	-1,07	0,126
Poa8	6681275,74	487220,85	6681262,00	487240,40	-13,74	19,55	1,195
Poa10	6675954,12	477940,81	6675942,07	477959,85	-12,05	19,04	1,127
Poa11	6677159,66	479905,62	6677142,39	479899,40	-17,27	-6,22	0,917

Poa12	6677241,13	493244,67	6677221,68	493260,22	-19,45	15,55	1,245
Poa13	6673747,04	492745,88	6673742,14	492760,17	-4,90	14,29	0,755
Poa14	6670693,45	478304,57	6670681,84	478320,18	-11,61	15,61	0,973
Poa15	6670498,39	482822,72	6670501,98	482800,23	3,59	-22,49	1,139
Poa16	6669813,32	485691,98	6669801,84	485680,27	-11,48	-11,71	0,820
Poa17	6670741,74	492364,75	6670721,90	492380,17	-19,84	15,42	1,256
Poa19	6665331,86	479235,57	6665321,77	479240,69	-10,09	5,12	0,566
Poa22	6660701,55	481072,98	6660702,64	481078,66	1,09	5,69	0,289
Poa21	6668654,27	498224,55	6668622,49	498239,93	-31,78	15,38	1,765
Poa23	6661209,98	486401,06	6661221,89	486418,81	11,91	17,75	1,069
Poa24	6663984,10	496226,70	6663981,31	496240,19	-2,79	13,49	0,689
Poa26	6657675,84	484488,35	6657681,93	484479,89	6,09	-8,46	0,521
Poa28	6658674,66	488834,25	6658662,14	488859,16	-12,52	24,91	1,394
Poa30	6657840,00	493933,57	6657805,30	493899,89	-34,70	-33,68	2,418
Poa31	6657300,47	496096,68	6657322,34	496102,47	21,87	5,79	1,131
							Média
							1,003

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682385,65	477455,53	-15,40	-11,06	0,948
SI2	6684736,06	488942,35	6684704,24	488939,56	-31,82	-2,79	1,597
SI3	6691361,68	496407,65	6691360,98	496401,15	-0,70	-6,50	0,327
SI4	6695386,46	490630,02	6695382,92	490620,08	-3,54	-9,94	0,528
SI5	6694878,47	476568,25	6694861,75	476557,95	-16,72	-10,30	0,982
SI6	6691411,51	476056,24	6691421,13	476059,14	9,62	2,90	0,502
SI11	6693066,26	482577,18	6693045,16	482599,82	-21,10	22,64	1,547
SI8	6695286,45	485828,99	6695284,53	485843,90	-1,92	14,91	0,752
SI10	6695524,33	496868,92	6695526,03	496895,29	1,70	26,37	1,321
SI24	6680915,57	494935,54	6680926,13	494959,61	10,56	24,07	1,314
SI13	6688798,31	482902,18	6688825,14	482899,69	26,83	-2,49	1,347
SI14	6685744,88	489362,42	6685724,32	489360,29	-20,56	-2,12	1,034
SI17	6686300,26	493362,72	6686305,07	493360,11	4,82	-2,61	0,274
SI19	6686292,50	499681,14	6686310,56	499682,33	18,06	1,19	0,905
SI23	6681606,21	479677,88	6681605,39	479677,77	-0,82	-0,11	0,041
SI25	6681965,84	497634,13	6681966,91	497621,62	1,07	-12,51	0,628
Poa1	6674774,03	482320,24	6674785,15	482340,05	11,12	19,81	1,136
Poa2	6673585,27	498516,72	6673605,90	498499,91	20,63	-16,81	1,331
Poa3	6673980,85	477485,59	6674005,18	477499,39	24,33	13,80	1,399
Poa4	6672904,07	488712,43	6672905,30	488739,83	1,23	27,40	1,372
Poa5	6660517,10	477989,59	6660506,23	478015,01	-10,87	25,43	1,383
Poa6	6665379,42	491821,19	6665384,88	491819,75	5,46	-1,43	0,282
Poa8	6681275,74	487220,85	6681245,29	487239,89	-30,45	19,04	1,795
Poa10	6675954,12	477940,81	6675945,33	477959,47	-8,79	18,66	1,031

Poa11	6677159,66	479905,62	6677145,57	479899,00	-14,09	-6,62	0,778
Poa12	6677241,13	493244,67	6677225,05	493259,86	-16,08	15,19	1,106
Poa13	6673747,04	492745,88	6673745,43	492759,81	-1,61	13,93	0,701
Poa14	6670693,45	478304,57	6670685,07	478319,82	-8,38	15,25	0,870
Poa15	6670498,39	482822,72	6670505,26	482800,04	6,87	-22,68	1,185
Poa16	6669813,32	485691,98	6669785,11	485679,99	-28,21	-11,99	1,533
Poa17	6670741,74	492364,75	6670725,24	492379,81	-16,50	15,06	1,117
Poa19	6665331,86	479235,57	6665325,01	479219,81	-6,85	-15,76	0,859
Poa20	6664511,73	483001,35	6664525,40	482980,14	13,67	-21,21	1,262
Poa18	6671440,94	497875,62	6671405,24	497880,10	-35,70	4,48	1,799
Poa23	6661209,98	486401,06	6661205,14	486418,13	-4,84	17,07	0,887
Poa24	6663984,10	496226,70	6663984,27	496239,66	0,17	12,96	0,648
Poa25	6659219,31	482905,00	6659225,46	482899,86	6,15	-5,14	0,401
Poa28	6658674,66	488834,25	6658665,35	488858,63	-9,31	24,38	1,305
Poa30	6657840,00	493933,57	6657828,48	493919,45	-11,52	-14,12	0,911
Poa31	6657300,47	496096,68	6657305,11	496121,84	4,64	25,16	1,279
							Média
							1,010

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682390,80	477473,53	-10,25	6,94	0,619
SI2	6684736,06	488942,35	6684709,64	488937,11	-26,42	-5,24	1,347
SI3	6691361,68	496407,65	6691347,33	496418,73	-14,35	11,08	0,907
SI4	6695386,46	490630,02	6695388,88	490637,72	2,42	7,70	0,403
SI5	6694878,47	476568,25	6694866,66	476582,24	-11,81	13,99	0,916
SI6	6691411,51	476056,24	6691406,04	476061,44	-5,47	5,20	0,377
SI7	6695160,32	483319,59	6695130,39	483292,95	-29,93	-26,64	2,004
SI9	6695174,83	488785,80	6695189,79	488798,99	14,96	13,19	0,997
SI10	6695524,33	496868,92	6695532,54	496873,38	8,21	4,46	0,467
SI12	6693518,63	493320,72	6693507,84	493336,07	-10,79	15,35	0,938
SI13	6688798,31	482902,18	6688830,08	482918,19	31,77	16,01	1,779
SI14	6685744,88	489362,42	6685729,72	489377,94	-15,16	15,53	1,085
SI17	6686300,26	493362,72	6686310,46	493377,55	10,21	14,83	0,900
SI19	6686292,50	499681,14	6686295,62	499700,01	3,12	18,87	0,956
Poa11	6677159,66	479905,62	6677150,88	479916,46	-8,78	10,84	0,698
SI25	6681965,84	497634,13	6681971,99	497639,09	6,15	4,96	0,395
Poa1	6674774,03	482320,24	6674790,34	482337,59	16,31	17,35	1,191
Poa2	6673585,27	498516,72	6673590,95	498537,42	5,68	20,70	1,073
Poa3	6673980,85	477485,59	6673990,35	477496,70	9,50	11,11	0,731
Poa4	6672904,07	488712,43	6672930,44	488717,33	26,37	4,90	1,341
Poa5	6660517,10	477989,59	6660511,47	478014,76	-5,63	25,18	1,290
Poa6	6665379,42	491821,19	6665390,18	491817,23	10,76	-3,95	0,573
Poa7	6680114,85	486046,34	6680110,50	486078,48	-4,35	32,14	1,622

Poa10	6675954,12	477940,81	6675950,53	477956,92	-3,59	16,11	0,825
Poa11	6677159,66	479905,62	6677130,88	479896,46	-28,78	-9,16	1,510
Poa12	6677241,13	493244,67	6677250,23	493257,33	9,10	12,66	0,780
Poa13	6673747,04	492745,88	6673750,55	492757,30	3,51	11,42	0,597
Poa14	6670693,45	478304,57	6670670,30	478317,30	-23,15	12,73	1,321
Poa15	6670498,39	482822,72	6670510,40	482797,30	12,01	-25,42	1,406
Poa16	6669813,32	485691,98	6669790,33	485677,37	-22,99	-14,61	1,362
Poa17	6670741,74	492364,75	6670730,46	492377,31	-11,28	12,56	0,844
Poa19	6665331,86	479235,57	6665310,25	479237,78	-21,61	2,21	1,086
Poa22	6660701,55	481072,98	6660711,10	481095,74	9,55	22,77	1,234
Poa21	6668654,27	498224,55	6668631,03	498237,04	-23,24	12,49	1,319
Poa23	6661209,98	486401,06	6661210,35	486415,96	0,37	14,90	0,745
Poa24	6663984,10	496226,70	6663989,88	496237,32	5,78	10,62	0,604
Poa25	6659219,31	482905,00	6659210,64	482878,19	-8,67	-26,81	1,409
Poa28	6658674,66	488834,25	6658670,64	488856,30	-4,02	22,05	1,121
Poa29	6660268,50	491025,27	6660251,01	491017,28	-17,49	-7,99	0,961
Poa31	6657300,47	496096,68	6657311,35	496099,67	10,88	2,99	0,564
							Média
							1,007

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682388,76	477478,14	-12,29	11,55	0,843
SI2	6684736,06	488942,35	6684727,47	488942,30	-8,59	-0,05	0,430
SI3	6691361,68	496407,65	6691344,51	496423,89	-17,17	16,24	1,182
SI4	6695386,46	490630,02	6695386,43	490622,88	-0,03	-7,14	0,357
SI5	6694878,47	476568,25	6694864,36	476541,78	-14,11	-26,47	1,500
SI6	6691411,51	476056,24	6691403,75	476062,69	-7,76	6,45	0,504
SI11	6693066,26	482577,18	6693048,54	482591,95	-17,72	14,77	1,153
SI9	6695174,83	488785,80	6695187,56	488764,05	12,73	-21,75	1,260
SI10	6695524,33	496868,92	6695530,19	496897,52	5,86	28,60	1,460
SI24	6680915,57	494935,54	6680909,23	494942,38	-6,34	6,84	0,466
SI13	6688798,31	482902,18	6688828,19	482902,65	29,88	0,47	1,494
SI14	6685744,88	489362,42	6685727,56	489363,11	-17,32	0,70	0,867
SI16	6685183,94	490543,90	6685168,08	490522,29	-15,86	-21,61	1,340
SI19	6686292,50	499681,14	6686293,87	499685,21	1,37	4,07	0,215
Poa11	6677159,66	479905,62	6677148,74	479901,70	-10,92	-3,92	0,580
SI25	6681965,84	497634,13	6681969,99	497604,43	4,15	-29,70	1,499
Poa1	6674774,03	482320,24	6674788,31	482342,81	14,28	22,57	1,336
Poa2	6673585,27	498516,72	6673588,83	498502,56	3,56	-14,16	0,730
Poa3	6673980,85	477485,59	6674008,32	477502,11	27,47	16,52	1,603
Poa4	6672904,07	488712,43	6672908,42	488722,58	4,35	10,15	0,552
Poa5	6660517,10	477989,59	6660489,71	478017,80	-27,39	28,22	1,966
Poa6	6665379,42	491821,19	6665388,12	491822,43	8,70	1,25	0,439

Poa8	6681275,74	487220,85	6681268,46	487242,66	-7,28	21,81	1,149
Poa10	6675954,12	477940,81	6675948,47	477962,21	-5,65	21,40	1,107
Poa11	6677159,66	479905,62	6677148,74	479901,70	-10,92	-3,92	0,580
Poa12	6677241,13	493244,67	6677228,17	493242,59	-12,96	-2,08	0,656
Poa13	6673747,04	492745,88	6673748,52	492762,54	1,48	16,66	0,836
Poa14	6670693,45	478304,57	6670688,23	478322,58	-5,22	18,01	0,937
Poa15	6670498,39	482822,72	6670508,43	482802,79	10,04	-19,93	1,116
Poa16	6669813,32	485691,98	6669808,28	485682,73	-5,04	-9,25	0,527
Poa17	6670741,74	492364,75	6670728,53	492382,54	-13,21	17,79	1,108
Poa19	6665331,86	479235,57	6665328,20	479242,68	-3,66	7,11	0,400
Poa20	6664511,73	483001,35	6664488,60	483003,01	-23,13	1,66	1,159
Poa18	6671440,94	497875,62	6671408,63	497902,96	-32,31	27,34	2,116
Poa23	6661209,98	486401,06	6661208,32	486420,98	-1,66	19,92	1,000
Poa24	6663984,10	496226,70	6663987,75	496242,25	3,65	15,55	0,798
Poa26	6657675,84	484488,35	6657688,37	484461,69	12,53	-26,66	1,473
Poa28	6658674,66	488834,25	6658668,65	488841,52	-6,01	7,27	0,472
Poa29	6660268,50	491025,27	6660249,10	491002,56	-19,40	-22,71	1,493
Poa31	6657300,47	496096,68	6657309,41	496104,64	8,94	7,96	0,599
							Média
							0,983

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682386,18	477458,82	-14,87	-7,77	0,839
SI2	6684736,06	488942,35	6684724,87	488942,84	-11,19	0,49	0,560
SI3	6691361,68	496407,65	6691361,81	496424,98	0,13	17,33	0,867
SI4	6695386,46	490630,02	6695383,79	490643,36	-2,67	13,34	0,680
SI5	6694878,47	476568,25	6694862,05	476582,08	-16,42	13,83	1,074
SI6	6691411,51	476056,24	6691401,49	476062,97	-10,02	6,73	0,603
SI11	6693066,26	482577,18	6693045,94	482591,35	-20,32	14,17	1,238
SI8	6695286,45	485828,99	6695285,24	485806,94	-1,21	-22,05	1,104
SI10	6695524,33	496868,92	6695546,68	496879,81	22,35	10,89	1,243
SI12	6693518,63	493320,72	6693502,52	493322,05	-16,11	1,33	0,808
SI13	6688798,31	482902,18	6688825,60	482902,89	27,29	0,71	1,365
SI14	6685744,88	489362,42	6685744,94	489363,57	0,06	1,16	0,058
SI16	6685183,94	490543,90	6685185,43	490542,88	1,49	-1,02	0,090
SI19	6686292,50	499681,14	6686290,69	499686,11	-1,81	4,97	0,264
SI23	6681606,21	479677,88	6681605,95	479661,03	-0,26	-16,85	0,843
SI26	6681382,72	499108,25	6681390,65	499123,92	7,93	15,67	0,878
Poa1	6674774,03	482320,24	6674785,72	482343,34	11,69	23,10	1,295
Poa2	6673585,27	498516,72	6673586,53	498523,26	1,26	6,54	0,333
Poa3	6673980,85	477485,59	6673985,74	477502,67	4,89	17,08	0,889
Poa4	6672904,07	488712,43	6672925,88	488723,17	21,81	10,74	1,216
Poa5	6660517,10	477989,59	6660506,77	478019,04	-10,33	29,46	1,561

Poa6	6665379,42	491821,19	6665385,58	491823,12	6,16	1,94	0,323
Poa7	6680114,85	486046,34	6680125,91	486064,03	11,06	17,69	1,043
Poa10	6675954,12	477940,81	6675945,90	477962,72	-8,22	21,91	1,170
Poa11	6677159,66	479905,62	6677146,16	479902,27	-13,50	-3,35	0,695
Poa12	6677241,13	493244,67	6677225,55	493263,22	-15,58	18,55	1,211
Poa13	6673747,04	492745,88	6673746,00	492763,15	-1,04	17,27	0,865
Poa14	6670693,45	478304,57	6670685,65	478323,18	-7,80	18,61	1,009
Poa15	6670498,39	482822,72	6670485,84	482803,45	-12,55	-19,27	1,150
Poa16	6669813,32	485691,98	6669785,63	485683,37	-27,69	-8,61	1,450
Poa17	6670741,74	492364,75	6670725,67	492383,15	-16,07	18,40	1,221
Poa19	6665331,86	479235,57	6665305,57	479243,39	-26,29	7,82	1,371
Poa20	6664511,73	483001,35	6664506,01	483003,58	-5,72	2,23	0,307
Poa21	6668654,27	498224,55	6668626,25	498242,87	-28,02	18,32	1,674
Poa23	6661209,98	486401,06	6661205,73	486441,40	-4,25	40,34	2,028
Poa24	6663984,10	496226,70	6663985,21	496243,19	1,11	16,49	0,826
Poa26	6657675,84	484488,35	6657685,87	484482,09	10,03	-6,26	0,591
Poa28	6658674,66	488834,25	6658665,98	488841,83	-8,68	7,58	0,576
Poa30	6657840,00	493933,57	6657808,96	493922,98	-31,04	-10,59	1,640
Poa31	6657300,47	496096,68	6657326,30	496105,55	25,83	8,87	1,366
							Média
							0,958

### 45 Pontos

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682387,06	477482,38	-13,99	15,79	1,055
SI2	6684736,06	488942,35	6684725,88	488946,17	-10,18	3,82	0,544
SI3	6691361,68	496407,65	6691343,50	496408,16	-18,18	0,51	0,910
SI4	6695386,46	490630,02	6695385,12	490646,46	-1,34	16,44	0,825
SI5	6694878,47	476568,25	6694862,51	476566,58	-15,96	-1,67	0,802
SI6	6691411,51	476056,24	6691422,14	476066,96	10,63	10,72	0,755
SI7	6695160,32	483319,59	6695166,61	483281,68	6,29	-37,91	1,921
SI8	6695286,45	485828,99	6695286,25	485849,73	-0,20	20,74	1,037
SI9	6695174,83	488785,80	6695166,05	488787,26	-8,78	1,46	0,445
SI10	6695524,33	496868,92	6695527,93	496882,89	3,60	13,97	0,721
SI11	6693066,26	482577,18	6693046,82	482593,74	-19,44	16,56	1,277
SI12	6693518,63	493320,72	6693504,03	493345,05	-14,60	24,33	1,419
SI13	6688798,31	482902,18	6688826,24	482906,35	27,93	4,17	1,412
SI17	6686300,26	493362,72	6686306,71	493366,83	6,46	4,11	0,383
SI19	6686292,50	499681,14	6686291,79	499689,32	-0,71	8,18	0,410
SI23	6681606,21	479677,88	6681606,81	479684,42	0,60	6,54	0,328
SI24	6680915,57	494935,54	6680907,58	494946,22	-7,99	10,68	0,667
SI25	6681965,84	497634,13	6681988,84	497628,41	23,00	-5,72	1,185
Poa1	6674774,03	482320,24	6674786,54	482346,60	12,51	26,36	1,459

Poa2	6673585,27	498516,72	6673607,45	498506,66	22,18	-10,06	1,218
Poa4	6672904,07	488712,43	6672926,66	488726,41	22,59	13,98	1,328
Poa5	6660517,10	477989,59	6660506,90	478004,11	-10,20	14,53	0,888
Poa6	6665379,42	491821,19	6665386,32	491826,30	6,90	5,12	0,429
Poa7	6680114,85	486046,34	6680126,69	486067,22	11,84	20,88	1,200
Poa8	6681275,74	487220,85	6681266,66	487226,43	-9,08	5,58	0,533
Poa10	6675954,12	477940,81	6675946,81	477965,87	-7,31	25,06	1,305
Poa11	6677159,66	479905,62	6677127,13	479905,44	-32,53	-0,18	1,626
Poa12	6677241,13	493244,67	6677226,51	493246,50	-14,62	1,83	0,737
Poa14	6670693,45	478304,57	6670686,48	478326,37	-6,97	21,80	1,144
Poa15	6670498,39	482822,72	6670506,58	482806,24	8,19	-16,48	0,920
Poa16	6669813,32	485691,98	6669786,48	485686,38	-26,84	-5,60	1,371
Poa17	6670741,74	492364,75	6670726,50	492366,40	-15,24	1,65	0,766
Poa18	6671440,94	497875,62	6671426,42	497906,53	-14,52	30,91	1,708
Poa19	6665331,86	479235,57	6665326,26	479246,69	-5,60	11,12	0,623
Poa20	6664511,73	483001,35	6664506,71	483006,77	-5,02	5,42	0,369
Poa21	6668654,27	498224,55	6668626,82	498226,15	-27,45	1,60	1,375
Poa22	6660701,55	481072,98	6660707,02	481085,04	5,47	12,07	0,662
Poa23	6661209,98	486401,06	6661206,56	486425,66	-3,42	24,60	1,242
Poa24	6663984,10	496226,70	6663985,71	496226,36	1,61	-0,34	0,082
Poa25	6659219,31	482905,00	6659206,73	482886,88	-12,58	-18,12	1,103
Poa26	6657675,84	484488,35	6657686,63	484485,98	10,79	-2,37	0,552
Poa28	6658674,66	488834,25	6658666,76	488845,80	-7,90	11,55	0,700
Poa29	6660268,50	491025,27	6660246,96	491046,44	-21,54	21,17	1,510
Poa30	6657840,00	493933,57	6657809,01	493926,10	-30,99	-7,47	1,594
Poa31	6657300,47	496096,68	6657326,18	496108,45	25,71	11,77	1,414
							média
							0,977

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682386,90	477483,71	-14,15	17,12	1,111
SI2	6684736,06	488942,35	6684725,64	488947,31	-10,42	4,96	0,577
SI3	6691361,68	496407,65	6691343,10	496409,35	-18,58	1,70	0,933
SI4	6695386,46	490630,02	6695384,86	490647,54	-1,60	17,52	0,879
SI5	6694878,47	476568,25	6694862,29	476568,09	-16,18	-0,16	0,809
SI6	6691411,51	476056,24	6691421,92	476068,41	10,41	12,17	0,801
SI7	6695160,32	483319,59	6695146,42	483282,97	-13,90	-36,62	1,959
SI8	6695286,45	485828,99	6695306,05	485830,81	19,60	1,82	0,984
SI9	6695174,83	488785,80	6695165,82	488788,34	-9,01	2,54	0,468
SI10	6695524,33	496868,92	6695547,67	496883,94	23,34	15,02	1,388
SI11	6693066,26	482577,18	6693046,63	482594,86	-19,63	17,68	1,321
SI12	6693518,63	493320,72	6693503,71	493346,09	-14,92	25,37	1,472
SI13	6688798,31	482902,18	6688806,07	482907,55	7,76	5,37	0,472

SI16	6685183,94	490543,90	6685166,18	490522,97	-17,76	-20,93	1,372
SI19	6686292,50	499681,14	6686291,52	499690,53	-0,98	9,39	0,472
SI23	6681606,21	479677,88	6681606,64	479685,67	0,43	7,79	0,390
SI24	6680915,57	494935,54	6680907,33	494947,33	-8,24	11,79	0,719
SI25	6681965,84	497634,13	6681988,12	497629,59	22,28	-4,54	1,137
Poa1	6674774,03	482320,24	6674786,35	482347,72	12,32	27,48	1,506
Poa2	6673585,27	498516,72	6673607,24	498507,77	21,97	-8,95	1,186
Poa4	6672904,07	488712,43	6672926,48	488727,53	22,41	15,10	1,351
Poa5	6660517,10	477989,59	6660506,69	478005,03	-10,41	15,45	0,931
Poa6	6665379,42	491821,19	6665386,19	491827,41	6,77	6,23	0,460
Poa7	6680114,85	486046,34	6680106,50	486068,32	-8,35	21,98	1,176
Poa8	6681275,74	487220,85	6681266,46	487227,56	-9,28	6,71	0,572
Poa10	6675954,12	477940,81	6675946,63	477947,07	-7,49	6,26	0,488
Poa11	6677159,66	479905,62	6677146,95	479886,64	-12,71	-18,98	1,142
Poa12	6677241,13	493244,67	6677226,27	493247,63	-14,86	2,96	0,758
Poa3	6673980,85	477485,59	6673986,43	477506,91	5,58	21,32	1,102
Poa15	6670498,39	482822,72	6670506,41	482807,43	8,02	-15,29	0,863
Poa16	6669813,32	485691,98	6669786,29	485687,53	-27,03	-4,45	1,370
Poa13	6673747,04	492745,88	6673746,63	492767,52	-0,41	21,64	1,082
Poa18	6671440,94	497875,62	6671426,23	497907,65	-14,71	32,03	1,762
Poa19	6665331,86	479235,57	6665326,04	479247,78	-5,82	12,21	0,676
Poa20	6664511,73	483001,35	6664506,53	483007,88	-5,20	6,53	0,417
Poa21	6668654,27	498224,55	6668626,70	498227,25	-27,57	2,70	1,385
Poa22	6660701,55	481072,98	6660706,82	481086,05	5,27	13,08	0,705
Poa23	6661209,98	486401,06	6661206,39	486426,52	-3,59	25,46	1,286
Poa24	6663984,10	496226,70	6663985,66	496227,47	1,56	0,77	0,087
Poa25	6659219,31	482905,00	6659206,53	482907,96	-12,78	2,96	0,656
Poa26	6657675,84	484488,35	6657686,45	484467,04	10,61	-21,31	1,190
Poa28	6658674,66	488834,25	6658686,65	488826,90	11,99	-7,35	0,703
Poa29	6660268,50	491025,27	6660246,89	491007,56	-21,61	-17,71	1,397
Poa30	6657840,00	493933,57	6657829,13	493907,21	-10,87	-26,36	1,426
Poa31	6657300,47	496096,68	6657326,37	496109,63	25,90	12,95	1,448
							Média
							0,986

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682387,14	477483,22	-13,91	16,63	1,084
SI14	6685744,88	489362,42	6685746,01	489367,38	1,13	4,97	0,255
SI3	6691361,68	496407,65	6691343,50	496409,07	-18,18	1,42	0,912
SI4	6695386,46	490630,02	6695385,15	490647,11	-1,31	17,09	0,857
SI5	6694878,47	476568,25	6694862,52	476567,36	-15,95	-0,89	0,799
SI6	6691411,51	476056,24	6691422,16	476067,83	10,65	11,59	0,787
SI7	6695160,32	483319,59	6695146,66	483282,39	-13,66	-37,20	1,982



	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682386,94	477482,38	-14,11	15,79	1,059
SI14	6685744,88	489362,42	6685745,77	489366,72	0,89	4,31	0,220
SI3	6691361,68	496407,65	6691343,14	496408,38	-18,54	0,73	0,928
SI4	6695386,46	490630,02	6695384,90	490646,45	-1,56	16,43	0,825
SI5	6694878,47	476568,25	6694862,34	476566,54	-16,13	-1,71	0,811
SI6	6691411,51	476056,24	6691421,93	476066,95	10,42	10,71	0,747
SI7	6695160,32	483319,59	6695146,48	483281,63	-13,84	-37,96	2,020
SI8	6695286,45	485828,99	6695306,09	485849,63	19,64	20,64	1,425
SI9	6695174,83	488785,80	6695165,86	488787,21	-8,97	1,41	0,454
SI10	6695524,33	496868,92	6695547,70	496883,04	23,37	14,12	1,365
SI11	6693066,26	482577,18	6693046,69	482593,65	-19,57	16,47	1,279
SI12	6693518,63	493320,72	6693503,76	493325,06	-14,87	4,34	0,775
SI13	6688798,31	482902,18	6688826,09	482906,32	27,78	4,14	1,404
SI16	6685183,94	490543,90	6685166,23	490526,31	-17,71	-17,59	1,248
SI19	6686292,50	499681,14	6686291,53	499689,57	-0,97	8,43	0,424
SI23	6681606,21	479677,88	6681606,69	479664,42	0,48	-13,46	0,674
SI24	6680915,57	494935,54	6680907,36	494946,26	-8,21	10,72	0,675
SI25	6681965,84	497634,13	6681988,14	497628,56	22,30	-5,57	1,149
Poa1	6674774,03	482320,24	6674766,40	482326,62	-7,63	6,38	0,497
Poa2	6673585,27	498516,72	6673607,28	498506,72	22,01	-10,00	1,209
Poa4	6672904,07	488712,43	6672926,52	488726,44	22,45	14,01	1,323
Poa5	6660517,10	477989,59	6660506,78	478004,14	-10,32	14,56	0,892
Poa6	6665379,42	491821,19	6665366,23	491826,32	-13,19	5,14	0,708
Poa7	6680114,85	486046,34	6680106,54	486067,22	-8,31	20,88	1,124
Poa8	6681275,74	487220,85	6681266,50	487226,44	-9,24	5,59	0,540
Poa10	6675954,12	477940,81	6675946,69	477965,89	-7,43	25,08	1,308
Poa11	6677159,66	479905,62	6677147,02	479885,45	-12,64	-20,17	1,190
Poa12	6677241,13	493244,67	6677226,31	493246,54	-14,82	1,87	0,747
Poa14	6670693,45	478304,57	6670686,35	478326,40	-7,10	21,83	1,148
Poa15	6670498,39	482822,72	6670506,44	482806,27	8,05	-16,45	0,916
Poa16	6669813,32	485691,98	6669806,35	485686,41	-6,97	-5,57	0,446
Poa13	6673747,04	492745,88	6673746,67	492766,43	-0,37	20,55	1,028
Poa18	6671440,94	497875,62	6671426,26	497906,53	-14,68	30,91	1,711
Poa19	6665331,86	479235,57	6665326,12	479246,72	-5,74	11,15	0,627
Poa20	6664511,73	483001,35	6664486,56	483006,80	-25,17	5,45	1,288
Poa21	6668654,27	498224,55	6668626,75	498226,18	-27,52	1,63	1,378
Poa22	6660701,55	481072,98	6660706,87	481085,07	5,32	12,10	0,661
Poa23	6661209,98	486401,06	6661186,43	486425,49	-23,55	24,43	1,697
Poa24	6663984,10	496226,70	6663985,73	496226,38	1,63	-0,32	0,083
Poa25	6659219,31	482905,00	6659206,58	482886,91	-12,73	-18,09	1,106
Poa26	6657675,84	484488,35	6657686,48	484486,00	10,64	-2,35	0,545
Poa28	6658674,66	488834,25	6658686,69	488845,84	12,03	11,59	0,835
Poa29	6660268,50	491025,27	6660246,93	491026,47	-21,57	1,20	1,080

Poa30	6657840,00	493933,57	6657809,17	493926,13	-30,83	-7,44	1,586
Poa31	6657300,47	496096,68	6657326,46	496108,53	25,99	11,85	1,428
							Média
							0,991

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682386,98	477461,76	-14,07	-4,83	0,744
SI14	6685744,88	489362,42	6685725,88	489366,17	-19,00	3,76	0,969
SI3	6691361,68	496407,65	6691343,41	496427,74	-18,27	20,09	1,358
SI4	6695386,46	490630,02	6695385,03	490645,91	-1,43	15,89	0,797
SI5	6694878,47	476568,25	6694862,44	476565,78	-16,03	-2,47	0,811
SI6	6691411,51	476056,24	6691402,07	476066,23	-9,44	9,99	0,687
SI7	6695160,32	483319,59	6695146,53	483280,98	-13,79	-38,61	2,050
SI8	6695286,45	485828,99	6695286,16	485829,08	-0,29	0,09	0,015
SI9	6695174,83	488785,80	6695185,95	488786,67	11,12	0,87	0,558
SI10	6695524,33	496868,92	6695527,81	496882,56	3,48	13,64	0,704
SI11	6693066,26	482577,18	6693046,74	482593,07	-19,52	15,89	1,258
SI12	6693518,63	493320,72	6693503,94	493324,57	-14,69	3,85	0,759
SI13	6688798,31	482902,18	6688826,15	482905,71	27,84	3,53	1,403
SI17	6686300,26	493362,72	6686306,61	493346,31	6,36	-16,41	0,880
SI19	6686292,50	499681,14	6686291,66	499688,90	-0,84	7,76	0,390
SI23	6681606,21	479677,88	6681606,73	479663,82	0,52	-14,06	0,704
SI24	6680915,57	494935,54	6680907,49	494945,70	-8,08	10,16	0,649
SI25	6681965,84	497634,13	6681988,30	497627,92	22,46	-6,21	1,165
Poa1	6674774,03	482320,24	6674786,45	482346,04	12,42	25,80	1,432
Poa2	6673585,27	498516,72	6673607,36	498526,12	22,09	9,40	1,201
Poa4	6672904,07	488712,43	6672906,58	488725,87	2,51	13,44	0,684
Poa5	6660517,10	477989,59	6660506,81	478003,57	-10,29	13,99	0,868
Poa6	6665379,42	491821,19	6665386,24	491825,75	6,82	4,57	0,410
Poa7	6680114,85	486046,34	6680126,60	486066,65	11,75	20,31	1,173
Poa8	6681275,74	487220,85	6681266,57	487225,86	-9,17	5,01	0,522
Poa10	6675954,12	477940,81	6675946,73	477965,30	-7,39	24,49	1,279
Poa11	6677159,66	479905,62	6677147,05	479884,87	-12,61	-20,75	1,214
Poa12	6677241,13	493244,67	6677226,42	493245,96	-14,71	1,29	0,739
Poa14	6670693,45	478304,57	6670686,39	478325,83	-7,06	21,26	1,120
Poa15	6670498,39	482822,72	6670506,50	482805,69	8,11	-17,03	0,943
Poa16	6669813,32	485691,98	6669786,40	485685,83	-26,92	-6,15	1,381
Poa17	6670741,74	492364,75	6670706,42	492385,85	-35,32	21,10	2,057
Poa18	6671440,94	497875,62	6671426,34	497905,98	-14,60	30,36	1,685
Poa19	6665331,86	479235,57	6665326,17	479246,15	-5,69	10,58	0,601
Poa20	6664511,73	483001,35	6664486,45	483005,86	-25,28	4,51	1,284

Poa21	6668654,27	498224,55	6668626,74	498225,60	-27,53	1,05	1,377
Poa22	6660701,55	481072,98	6660706,93	481084,51	5,38	11,54	0,636
Poa23	6661209,98	486401,06	6661206,47	486424,92	-3,51	23,86	1,206
Poa24	6663984,10	496226,70	6663985,63	496225,81	1,53	-0,89	0,088
Poa25	6659219,31	482905,00	6659206,65	482906,34	-12,66	1,34	0,636
Poa26	6657675,84	484488,35	6657686,54	484485,43	10,70	-2,92	0,555
Poa28	6658674,66	488834,25	6658686,68	488825,26	12,02	-8,99	0,750
Poa29	6660268,50	491025,27	6660246,87	491025,90	-21,63	0,63	1,082
Poa30	6657840,00	493933,57	6657828,92	493925,55	-11,08	-8,02	0,684
Poa31	6657300,47	496096,68	6657326,10	496107,92	25,63	11,24	1,400
							Média
							0,953

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682387,02	477462,96	-14,03	-3,63	0,725
SI2	6684736,06	488942,35	6684725,77	488946,72	-10,29	4,37	0,559
SI3	6691361,68	496407,65	6691343,23	496408,77	-18,45	1,12	0,924
SI4	6695386,46	490630,02	6695384,99	490646,97	-1,47	16,95	0,850
SI5	6694878,47	476568,25	6694862,40	476567,30	-16,07	-0,95	0,805
SI6	6691411,51	476056,24	6691402,00	476067,64	-9,51	11,40	0,742
SI7	6695160,32	483319,59	6695146,55	483282,30	-13,77	-37,29	1,988
SI8	6695286,45	485828,99	6695286,18	485830,24	-0,27	1,25	0,064
SI9	6695174,83	488785,80	6695185,95	488787,77	11,12	1,97	0,565
SI10	6695524,33	496868,92	6695547,82	496883,33	23,49	14,41	1,378
SI11	6693066,26	482577,18	6693046,77	482594,29	-19,49	17,11	1,297
SI12	6693518,63	493320,72	6693503,84	493345,51	-14,79	24,79	1,443
SI13	6688798,31	482902,18	6688806,18	482906,93	7,87	4,75	0,460
SI16	6685183,94	490543,90	6685166,31	490526,83	-17,63	-17,07	1,227
SI19	6686292,50	499681,14	6686291,65	499689,95	-0,85	8,81	0,442
SI23	6681606,21	479677,88	6681606,77	479664,99	0,56	-12,89	0,645
SI24	6680915,57	494935,54	6680907,45	494946,75	-8,12	11,21	0,692
SI25	6681965,84	497634,13	6681988,24	497629,03	22,40	-5,10	1,148
Poa1	6674774,03	482320,24	6674786,48	482327,14	12,45	6,90	0,712
Poa2	6673585,27	498516,72	6673607,37	498507,23	22,10	-9,49	1,203
Poa4	6672904,07	488712,43	6672926,60	488726,95	22,53	14,52	1,340
Poa5	6660517,10	477989,59	6660506,86	478004,65	-10,24	15,07	0,911
Poa6	6665379,42	491821,19	6665366,32	491826,84	-13,10	5,66	0,714
Poa7	6680114,85	486046,34	6680106,63	486067,75	-8,22	21,41	1,147
Poa8	6681275,74	487220,85	6681266,59	487226,97	-9,15	6,12	0,550
Poa10	6675954,12	477940,81	6675946,77	477966,43	-7,35	25,62	1,333
Poa11	6677159,66	479905,62	6677147,10	479886,00	-12,56	-19,62	1,164
Poa12	6677241,13	493244,67	6677226,39	493247,05	-14,74	2,38	0,747

Poa14	6670693,45	478304,57	6670686,43	478326,91	-7,02	22,34	1,171
Poa15	6670498,39	482822,72	6670506,52	482806,79	8,13	-15,93	0,894
Poa16	6669813,32	485691,98	6669786,43	485686,92	-26,89	-5,06	1,368
Poa13	6673747,04	492745,88	6673746,76	492766,95	-0,28	21,07	1,054
Poa18	6671440,94	497875,62	6671426,34	497907,05	-14,60	31,43	1,733
Poa19	6665331,86	479235,57	6665306,20	479247,23	-25,66	11,66	1,409
Poa20	6664511,73	483001,35	6664486,64	483007,31	-25,09	5,96	1,289
Poa21	6668654,27	498224,55	6668626,83	498226,70	-27,44	2,15	1,376
Poa22	6660701,55	481072,98	6660706,95	481085,58	5,40	12,61	0,686
Poa23	6661209,98	486401,06	6661186,52	486426,00	-23,46	24,94	1,712
Poa24	6663984,10	496226,70	6663985,81	496226,90	1,71	0,20	0,086
Poa25	6659219,31	482905,00	6659206,66	482887,42	-12,65	-17,58	1,083
Poa26	6657675,84	484488,35	6657686,56	484466,52	10,72	-21,83	1,216
Poa28	6658674,66	488834,25	6658666,77	488846,35	-7,89	12,10	0,722
Poa29	6660268,50	491025,27	6660247,01	491026,98	-21,49	1,71	1,078
Poa30	6657840,00	493933,57	6657829,26	493926,64	-10,74	-6,93	0,639
Poa31	6657300,47	496096,68	6657326,53	496109,04	26,06	12,36	1,442
							Média
							0,994

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682386,94	477463,14	-14,11	-3,45	0,726
SI2	6684736,06	488942,35	6684725,74	488946,76	-10,32	4,41	0,561
SI3	6691361,68	496407,65	6691343,36	496408,75	-18,32	1,10	0,918
SI4	6695386,46	490630,02	6695384,98	490647,04	-1,48	17,02	0,854
SI5	6694878,47	476568,25	6694862,40	476567,38	-16,07	-0,87	0,805
SI6	6691411,51	476056,24	6691422,05	476067,74	10,54	11,50	0,780
SI7	6695160,32	483319,59	6695146,47	483282,36	-13,85	-37,23	1,986
SI8	6695286,45	485828,99	6695306,12	485850,31	19,67	21,32	1,450
SI9	6695174,83	488785,80	6695185,91	488767,84	11,08	-17,96	1,055
SI10	6695524,33	496868,92	6695507,77	496883,51	-16,56	14,59	1,103
SI11	6693066,26	482577,18	6693046,68	482574,32	-19,58	-2,86	0,989
SI12	6693518,63	493320,72	6693503,89	493325,63	-14,74	4,91	0,777
SI13	6688798,31	482902,18	6688826,13	482906,99	27,82	4,81	1,412
SI17	6686300,26	493362,72	6686306,58	493347,41	6,33	-15,31	0,828
SI19	6686292,50	499681,14	6686291,66	499689,90	-0,84	8,76	0,440
SI23	6681606,21	479677,88	6681586,68	479685,11	-19,53	7,23	1,041
SI24	6680915,57	494935,54	6680907,46	494946,81	-8,11	11,27	0,694
SI25	6681965,84	497634,13	6681988,28	497628,98	22,44	-5,15	1,151
Poa1	6674774,03	482320,24	6674786,40	482347,19	12,37	26,95	1,483
Poa2	6673585,27	498516,72	6673607,31	498507,21	22,04	-9,51	1,200
Poa4	6672904,07	488712,43	6672926,54	488727,00	22,47	14,57	1,339
Poa5	6660517,10	477989,59	6660506,73	478004,49	-10,37	14,91	0,908

Poa6	6665379,42	491821,19	6665366,19	491826,88	-13,23	5,70	0,720
Poa7	6680114,85	486046,34	6680126,56	486067,80	11,71	21,46	1,223
Poa8	6681275,74	487220,85	6681266,53	487227,02	-9,21	6,17	0,554
Poa10	6675954,12	477940,81	6675946,67	477966,52	-7,45	25,71	1,338
Poa11	6677159,66	479905,62	6677146,97	479886,10	-12,69	-19,52	1,164
Poa12	6677241,13	493244,67	6677226,38	493247,08	-14,75	2,41	0,747
Poa3	6673980,85	477485,59	6673986,48	477506,37	5,63	20,78	1,077
Poa15	6670498,39	482822,72	6670506,46	482806,89	8,07	-15,83	0,889
Poa16	6669813,32	485691,98	6669786,34	485686,99	-26,98	-4,99	1,372
Poa17	6670741,74	492364,75	6670726,37	492386,98	-15,37	22,23	1,351
Poa18	6671440,94	497875,62	6671426,31	497907,14	-14,63	31,52	1,738
Poa19	6665331,86	479235,57	6665306,09	479247,25	-25,77	11,68	1,415
Poa20	6664511,73	483001,35	6664506,59	483007,35	-5,14	6,00	0,395
Poa21	6668654,27	498224,55	6668626,69	498226,71	-27,58	2,16	1,383
Poa22	6660701,55	481072,98	6660706,89	481085,52	5,34	12,55	0,682
Poa23	6661209,98	486401,06	6661206,43	486425,99	-3,55	24,93	1,259
Poa24	6663984,10	496226,70	6663985,56	496226,93	1,46	0,23	0,074
Poa25	6659219,31	482905,00	6659206,60	482907,43	-12,71	2,43	0,647
Poa26	6657675,84	484488,35	6657686,52	484486,51	10,68	-1,84	0,542
Poa28	6658674,66	488834,25	6658666,64	488846,36	-8,02	12,11	0,726
Poa29	6660268,50	491025,27	6660246,83	491027,02	-21,67	1,75	1,087
Poa30	6657840,00	493933,57	6657828,88	493906,67	-11,12	-26,90	1,455
Poa31	6657300,47	496096,68	6657326,02	496109,05	25,55	12,37	1,420
							Média
							1,017

	Pontos de Controle (GPS)		Pontos de Controle (imagem)		Resíduos		RMSE
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	Pixel
SI1	6682401,05	477466,59	6682383,91	477463,57	-17,14	-3,02	0,870
SI2	6684736,06	488942,35	6684722,70	488947,24	-13,36	4,89	0,711
SI3	6691361,68	496407,65	6691339,76	496409,42	-21,92	1,77	1,100
SI4	6695386,46	490630,02	6695381,78	490647,55	-4,68	17,53	0,907
SI5	6694878,47	476568,25	6694859,28	476567,95	-19,19	-0,30	0,960
SI6	6691411,51	476056,24	6691418,92	476068,30	7,41	12,06	0,708
SI7	6695160,32	483319,59	6695143,51	483282,75	-16,81	-36,84	2,025
SI8	6695286,45	485828,99	6695303,12	485830,76	16,67	1,77	0,838
SI9	6695174,83	488785,80	6695202,81	488768,32	27,98	-17,48	1,649
SI10	6695524,33	496868,92	6695543,90	496884,34	19,57	15,42	1,246
SI11	6693066,26	482577,18	6693063,72	482574,81	-2,54	-2,37	0,174
SI12	6693518,63	493320,72	6693500,52	493346,24	-18,11	25,52	1,565
SI13	6688798,31	482902,18	6688823,15	482907,43	24,84	5,25	1,269
SI17	6686300,26	493362,72	6686283,32	493347,95	-16,93	-14,77	1,123
SI19	6686292,50	499681,14	6686287,85	499670,59	-4,65	-10,55	0,577
SI23	6681606,21	479677,88	6681623,69	479665,55	17,48	-12,33	1,070

