

ELZA KRUCHELSKI

**AS IMAGENS DA CÂMARA RUSSA KFA-1000:
– Um Método para Adaptação aos Equipamentos
Restituidores e uma Aplicação na Atualização
do Mapeamento Sistemático**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Flávio Felipe Kirchner.

AS IMAGENS DA CÂMARA RUSSA KFA-1000:
- UM MÉTODO PARA ADAPTAÇÃO AOS EQUIPAMENTOS RESTITUIDORES
E UMA APLICAÇÃO NA ATUALIZAÇÃO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

por

ELZA KRUCHELSKI

Dissertação aprovada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em
Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, pela
Comissão formada pelos Professores:

ORIENTADOR:

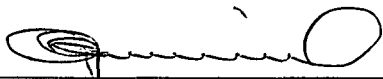


PROFESSOR Ph.D. FLAVIO FELIPE KIRCHNER

CO-ORIENTADOR :



PROFESSOR Ph.D. JOSÉ BITTENCOURT DE ANDRADE



PROFESSOR Dr. QUINTINO DALMOLIN

Curitiba, 17 de dezembro de 1993.

À Paulo
Marcel e
Mateos

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Camil Gemael pelo incentivo.

Aos Professores Flávio Felipe Kirchner e José Bittencourt de Andrade pela orientação.

A minha mãe pela dedicação aos meus filhos quando da minha ausência.

Ao meu marido pela compreensão.

A CAPES pelo apoio financeiro.

A AERODATA S/A pelos equipamentos e pessoal colocados à disposição.

A AEROSUL S/A pelo empréstimo do material fotográfico.

E a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

TERMO DE APROVAÇÃO.....	ii
DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
SUMÁRIO.....	v
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	03
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	04
3.1 DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DOS SISTEMAS FOTOGRÁ- FICOS ESPACIAIS.....	04
3.2 JUSTIFICATIVAS PARA O USO DAS IMAGENS ESPACIAIS.	08
3.3 A DISPONIBILIDADE DAS FOTOGRAFIAS ESPACIAIS RUSSAS.....	11
3.4 A CÂMARA RUSSA KFA-1000.....	12
4. MATERIAIS E METODOS.....	14
4.1 ESCOLHA DAS FOTOGRAFIAS.....	14
4.2 A ÁREA TESTE.....	14

4.3	DADOS SOBRE AS IMÁGENS DA ÁREA TESTE.....	18
4.3.1	Dados sobre o levantamento.....	18
4.3.2	Dados sobre os originais fotográficos.....	19
4.3.3	Distâncias entre as marcas fiduciais.....	19
4.4	MATERIAIS CARTOGRÁFICOS EXISTENTES	21
4.5	PONTOS DE APOIO.....	22
4.6	ADAPTAÇÃO DO FORMATO AOS PORTA-PLACAS.....	25
4.6.1	Manutenção da posição das marcas fiduciais.....	25
4.6.2	Mudança da posição das marcas fiduciais.....	31
4.7	ADAPTAÇÃO DA DISTÂNCIA FOCAL.....	35
4.8	RESTITUIÇÃO ANALÍTICA DO MODELO.....	35
4.9	EDIÇÃO E DESENHO.....	38
4.10	DELIMITAÇÃO DE SUB-ÁREAS.....	38
5.	RESULTADOS.....	39
5.1	COORDENADAS UTM DOS PONTOS DE APOIO.....	39
5.2	ALTITUDES DOS PONTOS DE APOIO.....	41
5.3	DESENHO FINAL.....	41
5.4	DESENHO FINAL E CÓPIAS DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS PARA AS SUB-ÁREAS.....	43
5.5	COMPARAÇÃO DO DESENHO FINAL COM AS CARTAS TOPO- GRÁFICAS.....	47
5.6	DIFERENÇAS ENTRE COORDENADAS.....	50
5.7	ERRO MÉDIO QUADRÁTICO.....	51
6.	DISCUSSÃO.....	52
7.	CONCLUSÕES.....	61

8.	RECOMENDAÇÕES.....	63
	ANEXO.....	64
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- Dados sobre o levantamento.....	18
TABELA 2	- Dados sobre os originais fotográficos.....	19
TABELA 3	- Distâncias das marcas fiduciais aos eixos x e y	20
TABELA 4	- Cartas topográficas referentes a área teste...	21
TABELA 5	- Distribuição dos pontos de apoio nas cartas topográficas.....	24
TABELA 6	- Distâncias das marcas fiduciais aos eixos x e y para utilização no ploter.....	32
TABELA 7	- Delimitação das sub-áreas através das coordenadas UTM.....	38
TABELA 8	- Coordenadas UTM dos pontos de apoio pertencentes a Santa Maria da Vitória.....	39
TABELA 9	- Coordenadas UTM dos pontos de apoio pertencentes a Porto Novo.....	40
TABELA 10	- Coordenadas UTM dos pontos de apoio pertencentes a Coribe.....	40
TABELA 11	- Coordenadas UTM dos pontos de apoio pertencentes a Parateca.....	40
TABELA 12	- Altitudes dos pontos de apoio.....	41
TABELA 13	- Diferenças entre as coordenadas lidas nas cartas topográficas e as obtidas após a restituição do modelo.....	50
TABELA 14	- Custos dos filmes para as imagens da câmara KFA-1000.....	60

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- As fotografias do território brasileiro obtidas com a KFA-1000.....	15
FIGURA 2	- Localização da área teste no Estado da Bahia..	16
FIGURA 3	- Localização da área teste na escala 1:1.000.000	17
FIGURA 4	- Disposição das marcas fiduciais no plano que as contém.....	20
FIGURA 5	- Esquema com os pontos identificados nas fotografias e nas cartas topográficas.....	23
FIGURA 6	- O formato 30x30 cm com as respectivas marcas fiduciais.....	26
FIGURA 7	- Os recortes para obter o formato 23x23 cm (1a. tentativa).....	27
FIGURA 8	- Os recortes para resgatar as áreas deixadas de fora anteriormente.....	28
FIGURA 9	- Os submodelos formados com as imagens de 23x23 cm.....	29
FIGURA 10	- Os submodelos reunidos.....	30
FIGURA 11	- Os recortes para obter o formato 23x23 cm (2a. tentativa).....	33
FIGURA 12	- A superposição após os recortes.....	34
FIGURA 13	- Os oito pontos de apoio utilizados para a orientação do modelo.....	37
FIGURA 14	- Desenho final reduzido.....	42
FIGURA 15	- Sub-área 1.	44
FIGURA 16	- Sub-área 2.	45
FIGURA 17	- Sub-área 3.	46

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

NASA	National Aeronautics and Space Administration
ERTS	Earth Resources Technology Satellite
EREP	Earth Resources Experiment Package
MPF	Multispectral Photographic Facility
ETC	Earth Terrain Camera
MC	Metric Camera
LFC	Large Format Camera
ESA	European Space Agency
USAF	United States Air Force
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco
SUVALE	Superintendência do Vale do São Francisco
DSG	Diretoria do Serviço Geográfico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
UTM	Universal Transverse Mercator
GPS	Global Positioning System

RESUMO

Com a câmara fotogramétrica russa KFA-1000 de formato 30x30 cm, foram adquiridas várias fotografias de diferentes regiões da Terra, a altitudes aproximadas de 250 km. Devido a alta resolução espacial, as imagens são interessantes para o mapeamento, mas, para que possam ser utilizadas, é preciso resolver como adaptar o formato de 30x30 cm nos aparelhos restituidores. Para a adaptação do formato aos porta-placas, cujos limites são para uso de imagens de 23x23 cm, foram estudadas duas tentativas diferentes. A primeira foi com a manutenção das posições das marcas fiduciais, possível somente para duas das quatro existentes, pois os diapositivos foram recortados em dois lados para torná-los 23x23 cm, e com isso foram eliminadas duas marcas fiduciais. Essa solução não permitiu a orientação do modelo, por isso foi feita uma segunda tentativa, mudando a posição das marcas fiduciais. Para isso foram criadas novas marcas fiduciais, em posições semelhantes aquelas das fotografias aéreas de 23x23 cm, com os diapositivos recortados em todos os lados, de maneira a obter o formato de 23x23 cm. Para testar a eficiência do método proposto, foi feita a restituição planimétrica num aparelho restituidor analítico de 1ª ordem, de um modelo obtido de uma área sobre o Estado da Bahia. Para o apoio foram lidas, através de programa computacional, as coordenadas nas cartas topográficas 1:100.000, de posições identificadas nessas cartas e nas fotografias da câmara KFA-1000. Após a restituição do modelo, foram lidas as coordenadas dos pontos de apoio e comparadas aquelas das cartas topográficas. A partir das diferenças entre as coordenadas foram obtidos os erros médios quadráticos de $\pm 83,79$ m em E e $\pm 92,54$ m em N, atribuídos a deficiência do apoio e que apesar de excederem o limite de 30 m, padrão estabelecido para o mapeamento naquela escala, não invalidam o procedimento adotado para adaptar as imagens aos aparelhos restituidores. O desenho final foi feito na escala 1:100.000 para permitir comparação, na mesma escala, com as informações espaciais fornecidas pelas cartas topográficas. Desta comparação, verificou-se a possibilidade da aplicação das imagens para atualização do mapeamento sistemático.

ABSTRACT

With the Russian photogrammetric camera KFA-1000 30x30 cm format, several photographs from different regions of the Earth were taken from altitudes about 250 km. Due to the high spatial resolution, the images are of great interest for mapping, but to use it, it becomes necessary to solve the problem of fitting the format of 30x30 cm in a stereoplotter. Two different manners to adapt the format on instrument were tried, whose limits were images of 23x23 cm format. The first was to keep the position of the fiducial marks, only possible for two among four, since the diapositives were cut in two sides to become 23x23 cm, thus two fiducial marks were eliminated. This solution didn't permit the orientation of the model, hence it was done a second manner, changing the position of the fiducial marks and creating new fiducial marks in positions similar to aerial photographs of 23x23 cm. The diapositives were cut in whole sides to obtain the format of 23x23 cm. So as to confirm the efficiency of the proposed method, it was done a planimetric restitution in a first order analytical stereoplotter, of one model obtained from an area of the State of Bahia. For the ground control, the coordinates were read by a software, in a topographic map at 1:100.000 scale, in positions identified on this topographic mapping and photographs of the KFA-1000 camera. After the restitution of the model, the coordinates of the control points were read and compared to those taken from topographic mapping. With the differences between the coordinates, the means square error were obtained and it were $\pm 83,79$ m for E and $\pm 92,54$ m for N, which was imputed to the deficient control. In spite of the errors exceeded 30 m, which is the standard required for mapping at this scale, it didn't invalidate the procedure adopted to adapt the images in the stereoplotter. The final sketch was done at 1:100.000 scale to permit comparison, in the same scale, with the spatial information yielded by topographic mapping. With this comparison, it was verified the possibility of the images to be applied to update the systematic mapping.

1. INTRODUÇÃO

Junto com o desenvolvimento dos países cresce a necessidade de produzir e atualizar mapas. Mundialmente, cita KONECNY (1984), a cobertura nas escalas 1:50.000 e 1:100.000 é de 42%, sendo que no Brasil, acrescenta CINTRA (1991), o mapeamento é de 13,1% na escala 1:50.000 e de 65,9% na escala 1:100.000. A situação piora porque dentro destas percentagens há muita desatualização, principalmente na parte planimétrica.

A atual tecnologia permite crer que uma boa solução para essa carência está no mapeamento através de imagens espaciais. Seguindo a classificação do "MANUAL of photogrammetry" (1980), os sistemas que obtêm essas imagens, de acordo com a aplicação, podem pertencer a duas categorias: ao Sensoriamento Remoto, quando a natureza do objeto é tratada como mais importante que a geometria, e à Fotogrametria por Satélite, que ao contrário, quando a geometria tem maior interesse.

Ainda de acordo com o "MANUAL of photogrammetry"(1980), a Fotogrametria por Satélite consiste da teoria e técnicas da Fotogrametria onde o sensor é transportado em uma espaçonave e os dados de saída do sensor (geralmente na forma de imagens) são utilizadas para a determinação de coordenadas da lua ou do planeta em estudo.

Dentre as possibilidades da Fotogrametria por Satélite, estão os sistemas fotográficos cujo interesse para o mapeamento é atribuído principalmente a alta resolução espacial fornecida pelas fotografias.

DOYLE (1989) indica que a melhor resolução entre as

fotografias espaciais, disponíveis para a comunidade civil, é dada pela câmara russa KFA-1000, de formato 30x30 cm e distância focal de 1000 mm.

Conforme sugerem alguns trabalhos, de DOYLE (1989), KACZYNSKI e KONIECZNY (1988), KONECNY, JACOBSEN e LOHMANN (1988) e de KRAEMER (1988), as fotografias da KFA-1000 podem ser empregadas na produção de mapeamento topográfico na escala 1:50.000 e para atualização até a escala 1:25.000.

Mas, para que as fotografias da KFA-1000 possam ser utilizadas, é necessário que o formato de 30x30 cm, possivelmente devido ao padrão dos equipamentos restituidores utilizados pela Rússia, receba algum tipo de tratamento preliminar para adaptá-lo aos aparelhos restituidores existentes, os quais estão voltados para trabalhos com fotografias aéreas de formato menor.

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são:

- apresentar um método para adaptar o formato de 30x30 cm, da câmara russa KFA-1000, num aparelho restituidor analítico de 1ª ordem;

- demonstrar a aplicação do método de adaptação do formato de 30x30 cm, através da restituição planimétrica de um modelo obtido de uma área do Estado da Bahia; e

- comparar as informações espaciais obtidas na restituição do modelo, com aquelas das cartas topográficas 1:100.000, afim de verificar a potencialidade para utilização na atualização do mapeamento sistemático.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DOS SISTEMAS FOTOGRÁFICOS ESPACIAIS

SABINS (1986), recapitula que as primeiras fotografias espaciais da Terra surgiram após a Segunda Guerra Mundial, entre as altitudes de 160 e 320 km, de câmaras automáticas instaladas em foguetes de sondagem. As fotografias, apesar da má qualidade, foram aproveitadas para interpretação geológica. Durante a fase de testes do projeto "Mercury", a "National Aeronautics and Space Administration" (NASA) lançou um satélite não tripulado com uma câmara a qual obteve várias fotografias no formato 70 mm, usadas para estudar o Saara Ocidental. O fato mais importante atribuído a essas primeiras fotografias foi o interesse criado em obter imagens da Terra a partir do espaço.

Na década de 60, continua SABINS (1986), a NASA iniciou o lançamento dos vôos espaciais tripulados com as missões "Mercury" e "Gemini". Apesar dessas missões terem sido testes para o lançamento das missões "Apollo", também adquiriram fotografias da Terra. O programa "Gemini" obteve aproximadamente 1.100 fotografias, aproveitadas para geologia, geografia e oceanografia.

O programa "Apollo", lançado no final da década de 60, além de cumprir com o principal objetivo, a exploração lunar, obteve, segundo o "MANUAL of photogrammetry" (1980), várias fotografias orbitais da Terra. Com o experimento SO-65, incluído na "Apollo 9", SABINS (1986) relata que foram feitas as primeiras fotografias multiespectrais. Conforme o "MANUAL

of remote sensing" (1975), esse experimento serviu como base para a definição do satélite "Earth Resources Technology Satellite -1" (ERTS-1), que mais tarde levou o nome de Landsat.

A operação seguinte foi o "Skylab". Como consta no "MANUAL of remote sensing"(1975), uma estação espacial colocada em órbita em 1973, a uma altitude de 435 km. O programa visava demonstrar a possibilidade de permanência do homem no espaço por períodos maiores que 30 dias. Acrescenta SABINS (1986), que a primeira missão tripulada dedicada a observações da Terra. O "Skylab", prossegue o "MANUAL of remote sensing" (1975), transportou vários pacotes instrumentais, um dos quais conhecido como "Earth Resources Experiment Package" (EREP), contendo alguns tipos de sensores, entre os quais as câmaras "S190A - Multispectral Photographic Facility" (S190A-MPF) , com distância focal de 152,4 mm e a "S190B - Earth Terrain Camera" (S190B-ETC), com distância focal de 457,2 mm. As imagens fornecidas por essas câmaras permitiram estudos de aplicação fotogramétrica, como o realizado por DERENYI (1981).

De 1981 a 1986 foram lançadas as missões "Shuttle", com permanência no espaço de aproximadamente 7 dias. Nestas missões foram operados vários sensores. Duas câmaras, a "Metric Camera" (MC) e a "Large Format Camera" (LFC), demonstraram a possibilidade de obter boa qualidade de imagem da Terra a partir do espaço.

A MC foi levada a bordo do laboratório "Spacelab", construído pela "European Space Agency" (ESA) e transportado

pelo "Shuttle Columbia", em 1983. Com objetivo de testar a capacidade de mapeamento com fotografias espaciais de alta resolução, a câmara de distância focal 305 mm, operou sobre quase todos os continentes, numa órbita de 250 km de altitude, produzindo as primeiras imagens espaciais estereoscópicas da Terra no formato 23x23 cm, relembra TOGLIATTI (1987). Foram obtidas 1019 fotografias e após avaliações de alguns grupos de estudos mencionados por TOGLIATTI (1987), LO (1988) e DOWMAN (1988), mostrou-se que apesar de permitir mapeamento topográfico na escala 1:100.000 os detalhes planimétricos eram insuficientes para tal mapeamento.

A LFC foi lançada ao espaço a bordo do "Shuttle Challenger", em 1984, numa órbita de 270 km de altitude. Foi construída especificamente para o "Shuttle", com distância focal de 305 mm e formato 23x46 cm. Foram executadas 2160 exposições, informa DOYLE (1985). A maioria dos testes realizados mostraram que o mapeamento topográfico poderia, como dito por DERENYI e NEWTON (1987), ser possível até a escala 1:50.000, embora o conteúdo temático, ressaltam LO (1988) e DOWMAN (1988), necessitava de complementações de campo, mesmo para a escala 1:100.000 .

O último programa fotográfico operacional no espaço, expõe DOYLE (1987), foi o conjunto de levantamentos espaciais russos. Esses levantamentos, segundo IASCENCO (1989), foram executados de plataformas de longa permanência no espaço ou de satélites automáticos com tempo de vôo aproximado de 20 dias. Deste programa, resume o "EXPORT of space photoinformation" (198_), fizeram parte as câmaras MKF-6, KATE 140, KATE-200,

KFA-1000 e, completa JARDIM (1989), a MK-4.

O "MANUAL of photogrammetry" (1980) divulga que o sistema de câmara multiespectral MKF-6 foi lançado em setembro de 1976, com a missão Soyuz 22. Dois anos mais tarde, acresce DIETE (1988), surgiu o modelo MKF-6M, modificado para missões de maior tempo no espaço. DOYLE (1989) revela que o sistema, de distância focal de 125 mm e formato 55x81 mm, foi usado em missões Soyuz, Salyut e por último, a bordo da estação espacial MIR, numa altitude entre 340 e 350 km. As fotografias foram utilizadas para interpretação multiespectral e mapeamento entre as escalas 1:500.000 e 1:100.000.

A bordo da estação espacial Salyut 4, em órbita de dezembro de 1974 a fevereiro de 1977, esteve a câmara KATE 140, transmite o "MANUAL of photogrammetry " (1980). Das fotografias obtidas conta DOYLE (1987), poucas foram exibidas internacionalmente e as aplicações citadas foram para mapeamento topográfico na escala 1:1.000.000. A câmara, de distância focal de 140 mm e formato 180x180 mm, também participou de levantamentos executados a bordo da estação espacial MIR, de acordo com IASCENCO (1989).

As câmaras KATE-200 e KFA-1000, coloca DOYLE (1989), e MK-4, adiciona JARDIM (1989), estiveram operantes a bordo dos satélites automáticos da série "Cosmos", numa altitude aproximada de 250 km. As fotografias realizadas desses satélites aprecia IASCENCO (1989), foram dedicadas principalmente para fins cartográficos.

A KATE-200 foi um conjunto de três câmaras, com distância focal de 200 mm e formato de 180x180 mm, revela DOYLE

(1989). As fotografias puderam ser usadas, comunicam KACZYNSKI e KONIECZNY (1988), para elaborar e atualizar mapas topográficos em escalas menores que 1:50.000 e, voltando a DOYLE (1989), para mapeamento temático entre as escalas 1:500.000 e 1:100.000.

Sobre a KFA-1000, estiveram concentradas as atenções de vários estudos, principalmente, admite DOYLE (1989), devido ao fato de ser o sistema que fornece a melhor resolução disponível para a comunidade civil. A câmara possui distância focal de 1000 mm e formato 30x30 cm e as imagens podem ser aplicadas para mapeamento topográfico na escala 1:50.000 e para atualização em escalas menores que 1:25.000, avaliam KACZYNSKI e KONIECZNY (1988).

Lançada por último, a MK-4 foi uma versão melhorada da KATE-200, com o mesmo formato e distância focal. As fotografias podem ser utilizadas para mapeamento planimétrico até a escala 1:100.000 e para atualização na escala 1:50.000, notifica JARDIM (1989).

3.2 JUSTIFICATIVAS PARA O USO DAS IMAGENS ESPACIAIS

Há uma grande expectativa mundial, por parte de pesquisadores, que a notória necessidade de mapeamento de regiões mais extensas em escalas 1:100.000 e 1:50.000 leve a substituição da Fotogrametria Convencional pela Fotogrametria por Satélite. O fator principal atribuído a essa substituição é a morosidade do processo convencional onde são adquiridas uma grande quantidade de fotos aéreas para serem trabalhadas.

Seguem-se problemas administrativos e políticos, no caso de cruzamento de fronteiras pela espaço aéreo, e problemas técnicos, quando não se dispões de equipamento e mão de obra suficientes. Esses argumentos são apontados por KONECNY (1984), e o "MANUAL of photogrammetry" (1980) mostra que há ainda a questão econômica referente ao controle de campo, que, favorece o método por satélite, pois áreas maiores são cobertas em cada imagem espacial, o que implica na redução do número de pontos de apoio.

Dentre os sistemas da Fotogrametria por Satélite, os fotográficos são os que apresentam a melhor resolução espacial, o requisito mais importante quando se trata de mapeamento, sintetiza DOYLE (1989).

Resolução espacial de um sistema ótico, definida por ROSENBERG (1971), é a habilidade do sistema em distinguir entre dois objetos próximos. Mais especificamente, é a distância mínima entre dois objetos para a qual a imagem aparece distinta e separada. É diferente para objetos de diferentes formas, tamanhos, disposição e contraste e depende de alguns fatores, adiciona SABINS (1986), como por exemplo do poder de resolução do filme (número máximo de linhas por milímetro que podem ser identificados como linhas separadas na imagem) e das lentes da câmara, do movimento da imagem não compensada durante a exposição, das condições atmosféricas e do processamento do filme. Retornando a ROSENBERG (1971), para as câmaras fotográficas a resolução é expressa pela número de pares de linhas por milímetro ("line-pairs por mm") ou lp/mm. Frequentemente a resolução é citada em termos de metros por

pares de linhas ("meter per line pair") ou m/lp ou m, e é denominada como resolução de terreno ("ground resolution"), o que não significa o tamanho do objeto que se pode ver na fotografia, mas a distância mínima entre dois objetos que podem ser distinguidas sob condições ideais. Ainda de ROSENBERG (1971), tem-se que a relação entre os dois modos de expressar a resolução é:

$$R_{m/lp} = \frac{1000 \cdot H}{R_{lp/mm} \cdot f}$$

sendo que: $R_{m/lp}$ = resolução em metros por pares de linhas
 $R_{lp/mm}$ = resolução em pares de linha por milímetro
 H = altura de vôo em quilômetros
 f = distância focal da câmara em milímetros

Para o "United States National Map Accuracy Standards", repassa RENXIANG (1986), a resolução em m/lp dos sistemas fotográficos, necessária ao mapeamento, corresponde a aproximadamente 10 m/lp para a escala 1:50.000 e 20 m/lp para a escala 1:100.000.

Outra característica dos sistemas fotográficos é a boa geometria das imagens, a qual, de acordo com KONECNY (1984), deve ser reconstituída de ± 10 m no mapeamento 1:50.000 e ± 20 m no mapeamento 1:100.000. Segundo "United States National Map Accuracy Standards", participa o "MANUAL of photogrammetry" (1980), o desvio padrão em posição horizontal não deve exceder a 0,3 mm na escala do mapa, ou seja, não

exceder a 15 m na escala 1:50.000 e 30 m na escala 1:100.000.

Apesar de inconvenientes como a recuperação do filme exposto, que tem de ser trazido a Terra pela tripulação ou enviado por meio de dispositivos automáticos, ou como a limitação do comprimento de onda do visível ao infra-vermelho próximo, ou ainda o inconveniente atribuído as condições atmosféricas, os sistemas fotográficos interessam particularmente aos países em desenvolvimento, pois permitem o uso de técnicas e instrumentos existentes, esclarecem ENGEL, KONECNY e LOHMANN (1984). Nestes países, conclue DOYLE (1989), os materiais fotográficos são mais fáceis de serem usados que aqueles que necessitam de grande capacidade computacional, tanto para recuperação dos dados quanto para processamento para obter o produto final.

Os sistemas fotográficos russos são os únicos em operação e dentre as câmaras do programa, a KFA-1000 é a que fornece a melhor resolução, por isso alguns centros estrangeiros e nacionais vem estudando a aplicação das fotografias para o mapeamento.

3.3 A DISPONIBILIDADE DAS FOTOGRAFIAS ESPACIAIS RUSSAS

Existe há mais de vinte anos uma entidade russa que mantém relações econômicas com países em desenvolvimento, realizando trabalhos topográficos, geodésicos e cartográficos. É o empreendimento denominado Soyuzkarta, que oferece serviços de campo, instrumentos, cursos de treinamento, materiais

fotográficos e, conforme anunciado a cinco anos e causou grande impacto, dispõe de fotografias espaciais de alta resolução para serem comercializadas.

A Soyuskarta possui imagens espaciais de várias regiões da Terra, obtidas com as câmaras MKF-6, KATE-140, KATE-200, KFA-1000 e MK-4 e informa a disponibilidade das imagens através de esquemas e catálogos. O tempo de entrega de um pedido de material fotográfico depende do tipo e da quantidade solicitada e varia de alguns dias até de um a quatro meses. Essas informações encontram-se no "EXPORT of space photoinformation" (198_).

3.4 A CÂMARA RUSSA KFA-1000

A KFA-1000 foi uma das câmaras métricas do programa espacial russo, de distância focal aproximada de 1000 mm e formato 30x30 cm.

A câmara, instalada a bordo dos satélites automáticos da série "Cosmos", com duração de voo no espaço de 15 a 30 dias, operou numa órbita com 250 km de altitude e 82° de inclinação, confirma DOYLE (1989).

Entre as imagens espaciais disponíveis foi a câmara que forneceu a melhor resolução, de 5 a 10 m/lp, dependendo do tipo de filme utilizado, ressalta DOYLE (1989). Com um filme de duas emulsões, o qual pode ser processado para dar ou uma cor natural ou uma resposta em infra-vermelho colorido, a resolução obtida foi de 10 m/lp. Com um filme pancromático de

alto poder resolutivo, a resolução foi de 5 a 6 m/lp.

KACZYNSKI e KONIECZNY (1988), comentam que as fotografias foram adquiridas com recobrimento longitudinal de até 60% e razão base-altura de aproximadamente 0,11. Segundo DOYLE (1989), podiam ser ampliadas do original 1:250.000 até 1:20.000 e, completa KRAEMER (1988) foram consideradas adequadas principalmente ao mapeamento planimétrico.

Nos trabalhos realizados e apresentados em congressos, as imagens foram utilizadas por KACZYNSKI e KONIECZNY (1988), nos tamanhos original 30x30 cm e reduzido para 23x23 cm e por JARDIM E BOGO (1989) no tamanho original recortado para 23x23 cm. Foram empregados métodos e equipamentos tradicionais da fotogrametria, destaca KRAEMER (1988). Os pontos de apoio foram retirados de produtos existentes, como de cartas nas escalas 1:10.000 e 1:50.000 e de triangulação aérea com fotos 1:26.000, praticados por KACZYNSKI e KONIECZNY (1988); de cartas 1:25.000, feito por KONECNY, JACOBSEN e LOHMANN (1988), e de levantamento de campo com fotos aéreas 1:40.000, como o executado por JARDIM E BOGO (1989). As conclusões apresentadas, revelam KACZYNSKI e KONIECZNY (1988), são de que essas imagens podem ser empregadas para a produção de mapeamento topográfico na escala 1:50.000 e para atualização até a escala 1:25.000, como também conclue KRAEMER (1988).

4. MATERIAIS E METODOS

4.1 ESCOLHA DAS FOTOGRAFIAS

Em 1988 parte do território brasileiro foi fotografado com a câmara KFA-1000, como consta na figura 1, e, no ano seguinte, se encontravam no país algumas fotos desse levantamento.

Através da companhia fornecedora das imagens da Soyuzkarta no Brasil, foi possível o empréstimo de um par de fotografias consecutivas e o correspondente par de negativos, para a realização deste trabalho. A escolha se limitou pela disponibilidade das fotografias existentes no mercado nacional, e entre elas, pelo par que fornecia a maior variedade de informações espaciais.

4.2 A ÁREA TESTE

Para a área teste, foi escolhido um estereopar sobre uma região ao sudoeste do Estado da Bahia, visualizada através da figura 2. A área ficou compreendida entre as latitudes de $13^{\circ} 10'$ e $13^{\circ} 35'$ sul e entre as longitudes de $43^{\circ} 35'$ e $44^{\circ} 25'$ oeste, na região da Sera do Ramalho, situação dada pela figura 3.

A vegetação predominante é o cerrado. O principal rio é o Rio Corrente, que deságua no Rio São Francisco, fora dos limites do estereopar. As principais cidades são Santa Maria da Vitória e Porto Novo.

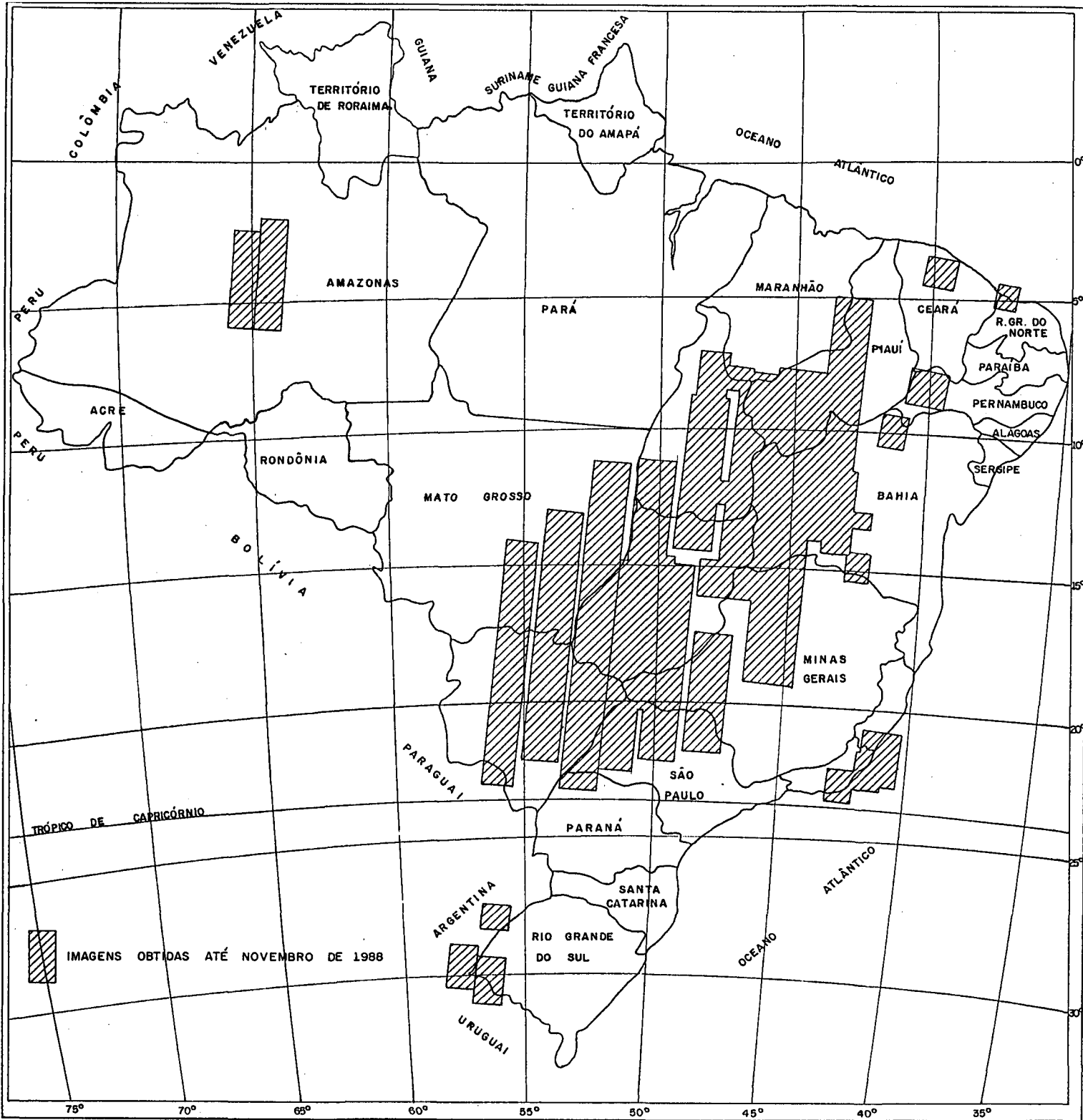


FIGURA 1 - As fotografias do território brasileiro obtidas com a KFA - 1000.
Fonte : Aerosul S/A.

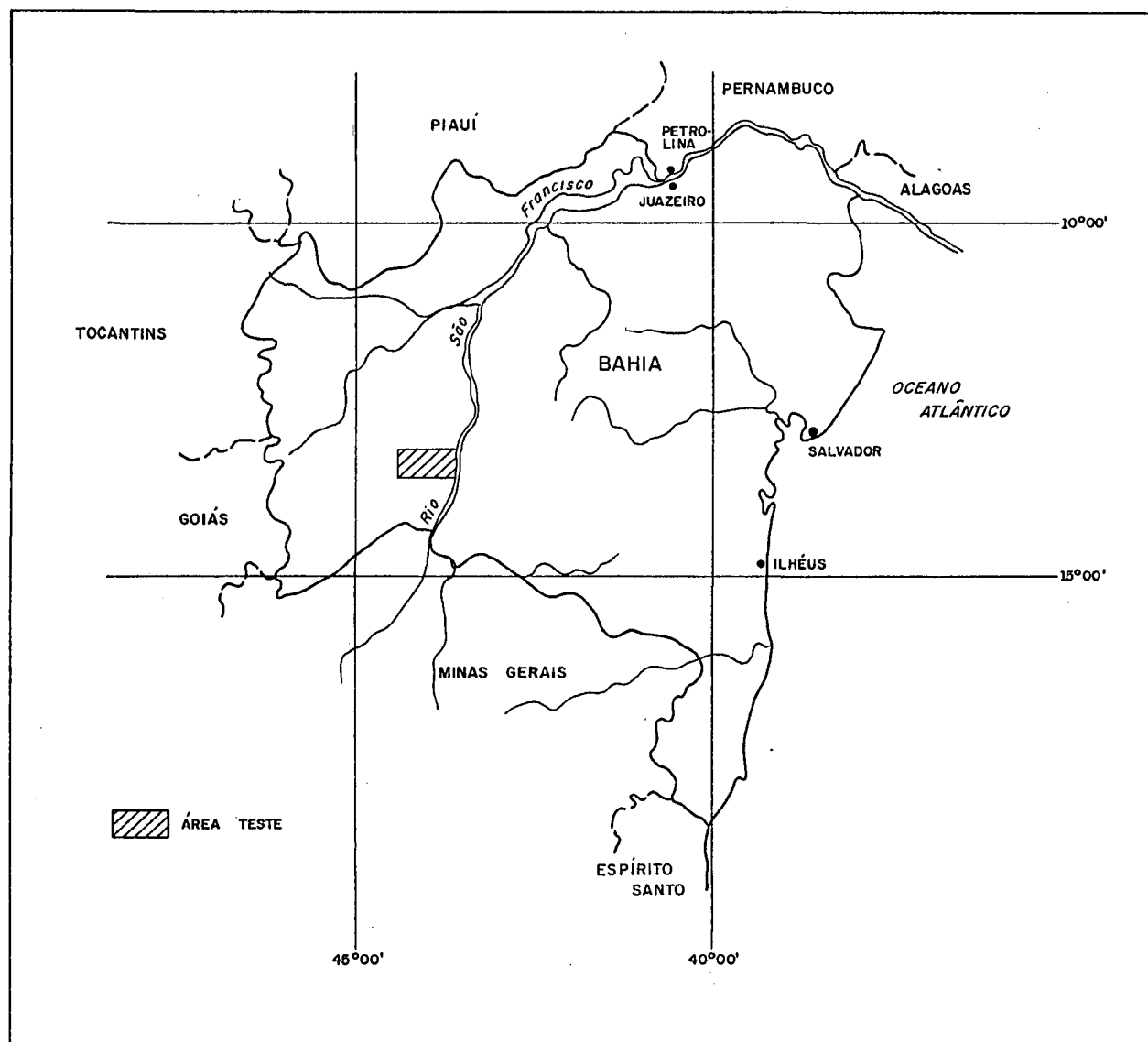


FIGURA 2 - Localização da área teste no Estado da Bahia.

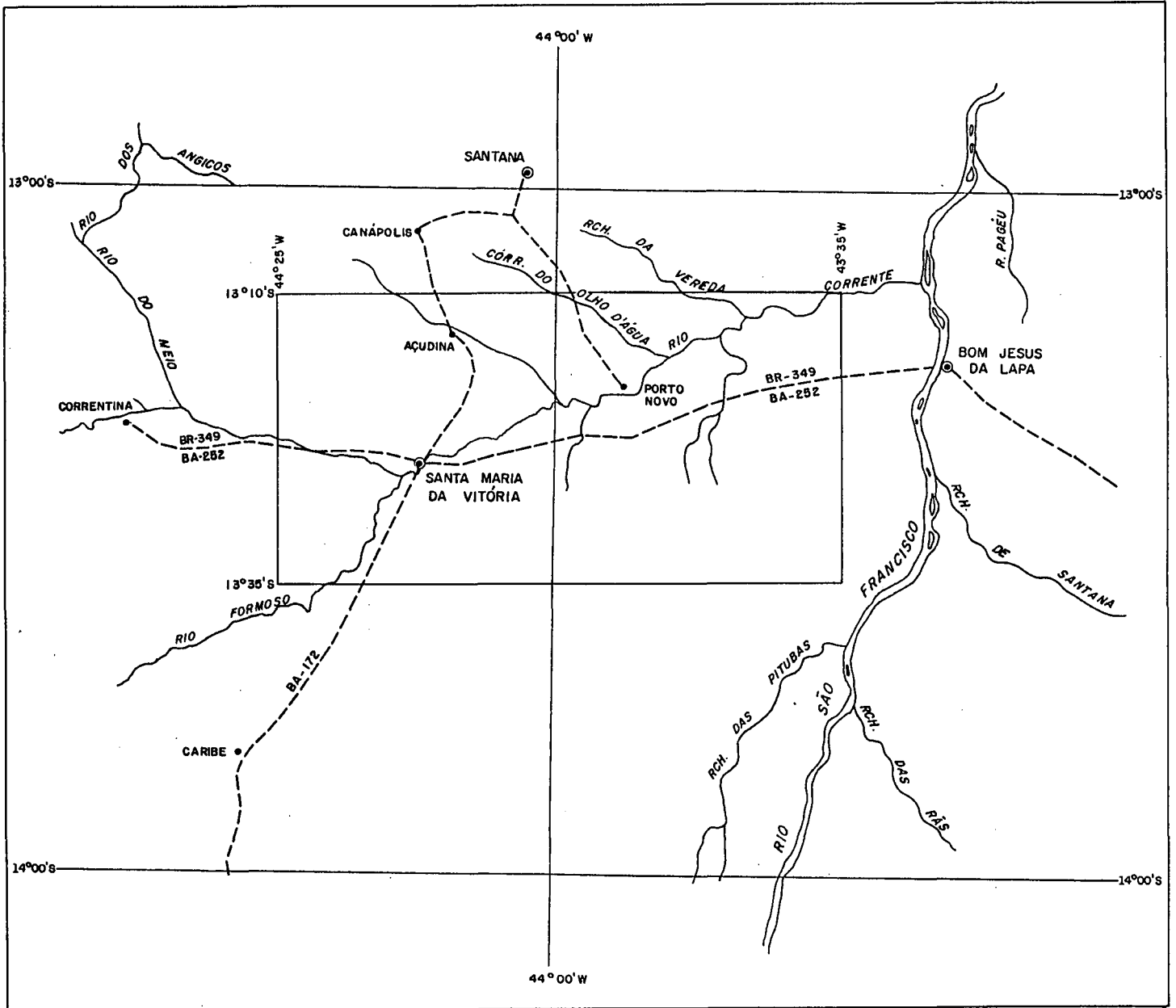


FIGURA 3 - Localização da área teste na escala 1:1.000.000
FONTE: Carta topográfica 1:1.000.000
Folha SD-23 - Brasília

4.3 DADOS SOBRE AS IMAGENS DA ÁREA TESTE

Junto com as imagens, foram fornecidos os dados referentes ao levantamento, aos originais fotográficos e a disposição das marcas fiduciais e as respectivas distâncias aos eixos x e y, os quais são transcritos na sequência.

4.3.1 Dados sobre o levantamento

As características principais do estereopar, referente ao levantamento executado, constam na tabela 1.

TABELA 1 - Dados sobre o levantamento

Número das fotos.....	26923 e 26924
Número do filme.....	211
Data do levantamento (dia/mês/ano).....	12/07/88
Hora do levantamento (hora/min.).....	15:01
Altitude do levantamento (km).....	268,3
Distância focal da câmara (mm).....	1.008,51
Tempo de exposição (s).....	1/82
Banda espectral (µm).....	0,57 - 0,80
	0,68 - 0,81

FONTE: Aerosul S/A

4.3.2 Dados sobre os originais fotográficos

Os dados principais relativos aos originais fotográficos são apresentados na tabela 2.

TABELA 2 - Dados sobre os originais fotográficos

Tipo de filme.....	CH-10
Sensibilidade (ASA).....	150
Variação do contraste.....	1,7 a 2,6
"Optical FOG density" não mais que.....	0,3
Máxima densidade ótica.....	2,5
Poder de resolução entre.....	145 a 160 l/mm
Banda da resposta espectral (μm).....	0,57 - 0,80 0,68 - 0,81

FONTE: Aerosul S/A.

4.3.3 Distâncias entre as marcas fiduciais

De acordo com as especificações técnicas, as marcas fiduciais 1, 2, 3 e 4 seguem a disposição mostrada na figura 4 e os eixos x e y são considerados como sendo:

- eixo x é uma paralela a linha que une as marcas fiduciais 1 e 2, passando pela marca central, e

- o eixo y é uma linha perpendicular ao eixo x, passando pela marca central.

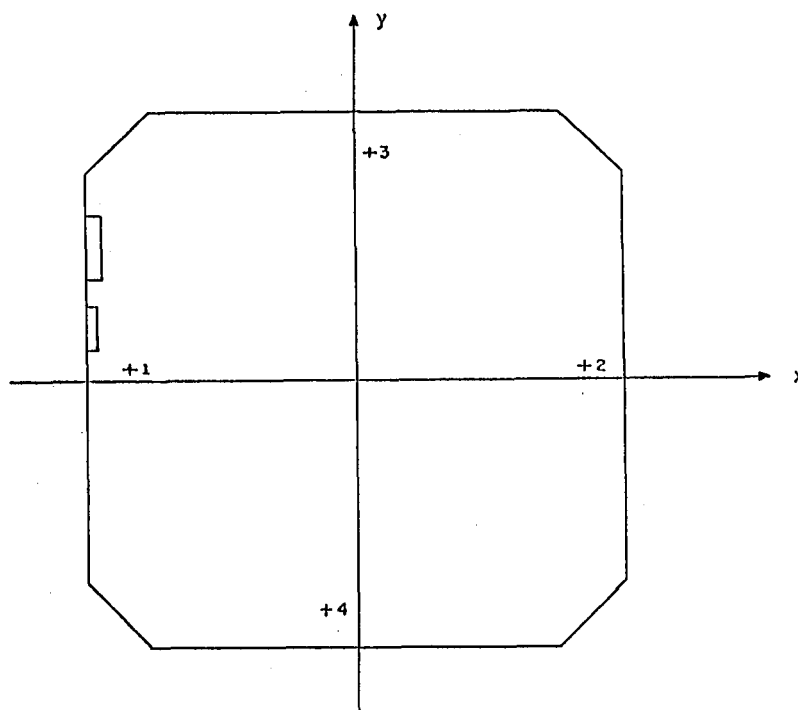


FIGURA 4 - Disposição das marcas fiduciais no plano que as contém.

As distâncias das marcas fiduciais aos eixos x e y, segundo as especificações técnicas, são dadas na tabela 3.

TABELA 3 - Distâncias das marcas fiduciais aos eixos x e y.

Marca fiducial	x (mm)	y (mm)
1	-146,103	0,002
2	146,097	0,002
3	0,004	148,598
4	-0,01	-148,603

4.4 MATERIAIS CARTOGRÁFICOS EXISTENTES

Os materiais cartográficos encontrados, referentes a área teste foram:

a) fotografias e negativos na escala 1:60.000 da cobertura aerofotogramétrica executada pela "United States Air Force" (USAF), entre 1966 e 1967;

b) levantamento cartográfico da Serra do Ramalho, realizado em 1989, para o Programa Nacional de Irrigação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), utilizando imagens da Soyuskarta e da cobertura aerofotogramétrica executada pela USAF, entre 1966 e 1967; e

c) cartas topográficas, detalhadas na tabela 4.

TABELA 4 - Cartas topográficas referentes a área teste

ESCALA	ARTICULAÇÃO DA FOLHA	NOME DA FOLHA	EDIÇÃO ANO	ORGÃO EXECUTOR
1:100.000	SD 23-X-C-II	Santa Maria da Vitória	1a. Edição/1973	SUVALE
1:100.000	SD 23-X-C-III	Porto Novo	1a. Edição/1970	DSG
1:100.000	SD 23-X-C-V	Coribe	1a. Edição/1970	DSG
1:100.000	SD 23-X-C-VI	Parateca	1a. Edição/1975	IBGE
1:100.000	SD 23	Brasília	1972	IBGE

4.5 PONTOS DE APOIO

Para o propósito de restituir um modelo e comparar os resultados com as cartas topográficas correspondentes, foram necessários pontos de apoio para a orientação do modelo.

Foi verificada a possibilidade de utilizar o apoio de dois levantamentos executados anteriormente, um com a cobertura aerofotogramétrica executada pela USAF entre 1966 a 1967 e o outro para o Programa Nacional de Irrigação da CODEVASF, realizado em 1989. Todavia, as dificuldades em reunir todo o material necessário referente ao levantamento realizado a mais de vinte anos e a abrangência do levantamento mais recente ter se limitado apenas a parte leste da área teste, os pontos de apoio foram obtidos de cartas topográficas 1:100.000.

Os limites da área teste foram marcados sobre as cartas topográficas: Santa Maria da Vitória, Porto Novo, Coribe, e Parateca. Dentro desses limites foram selecionados o maior número de pontos, identificados em ambos, nas fotografias da Soyuzkarta, na escala 1:250.000, e nas cartas topográficas na escala 1:100.000. As melhores identificações foram no encontro de rios, onde a maioria dos pontos foram assinalados. No total foram identificados 45 pontos, esquematizados na figura 5.

A numeração e a quantidade de pontos nas cartas ficaram distribuídos conforme mostra a tabela 5.

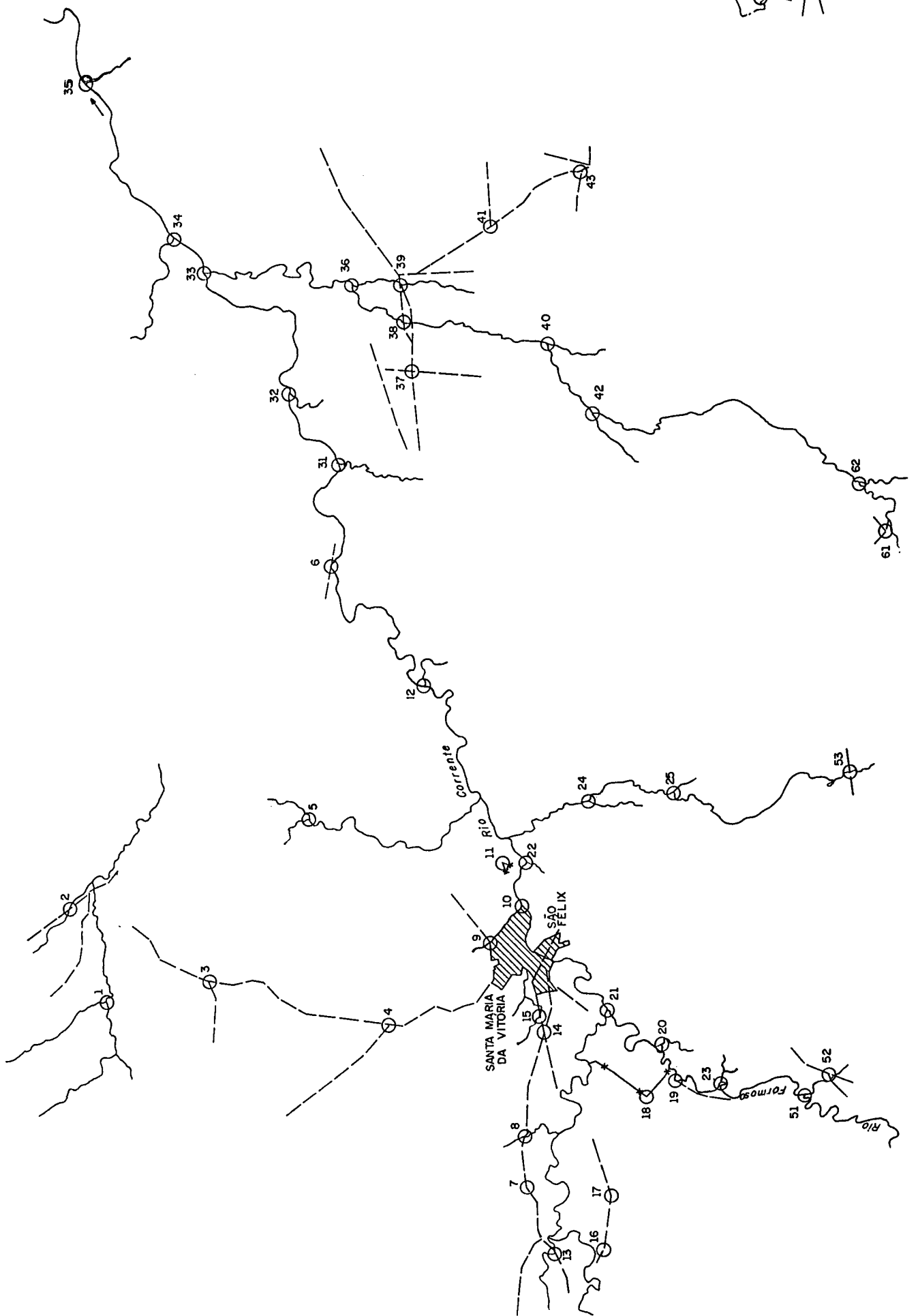


FIGURA 5- Esquema com os pontos identificados nas fotografias e nas cartas topográficas

TABELA 5 - Distribuição dos pontos de apoio nas cartas topográficas

Carta topográfica	Numeração dos pontos	Quantidade de pontos
Santa Maria da Vitória	1 ao 25	25
Porto Novo	31 ao 43	13
Coribe	51 ao 53	3
Parateca	61 ao 64	4
Total de pontos		45

As coordenadas UTM, E e N dos 45 pontos identificados, foram lidos nas cartas topográficas, utilizando programa computacional instalado em micro computador acoplado a mesa digitalizadora. Após a leitura dos pontos de uma carta, a operação foi repetida mais duas vezes. O mesmo procedimento foi feito para as demais cartas. O valor adotado para as coordenadas de cada ponto foi a média aritmética das três leituras. Apesar do programa fornecer as coordenadas até o centímetro, foram considerados os valores somente até o metro, pois eram esperados erros maiores que a resolução das imagens, ou seja, maiores que 5 m.

4.6 ADAPTAÇÃO DO FORMATO AOS PORTA-PLACAS

Para a realização da restituição fotogramétrica, o aparelho restituidor disponível foi um analítico de primeira ordem e o primeiro passo na utilização do equipamento foi a colocação das imagens nos porta-placas.

A fim de preservar os negativos emprestados, foram feitas cópias por contato fotográfico, obtendo-se os diapositivos em preto e branco, em seus tamanhos originais de 30x30 cm.

Como adaptar esses tamanhos originais de 30x30 cm aos porta-placas, cujos limites são para imagens de 23x23 cm? Para encontrar a resposta, foram feitas duas tentativas, ambas com recortes dos diapositivos para o formato 23x23 cm. Na primeira, os recortes foram feitos em dois lados, e os outros dois foram mantidos, junto com as respectivas marcas fiduciais. Essa solução não permitiu a orientação do modelo, por isso foi feita uma segunda tentativa. Nesta, os diapositivos foram recortados em todos os lados e novas marcas fiduciais foram criadas, em posições semelhantes as das fotografias aéreas 23x23 cm. Essas tentativas são detalhadas a seguir.

4.6.1 Manutenção da posição das marcas fiduciais

A idéia inicial foi orientar o par de diapositivos mantendo as posições das marcas fiduciais do formato original 30x30 cm, visto na figura 6. Para isso, como pode ser acompanhado pela figura 7, dois lados convenientemente

escolhidos de cada diapositivo, junto com as respectivas marcas fiduciais, foram recortados de modo a obter o formato 23x23 cm. Para não haver a perda da parte recortada, que diminuía a área de superposição do modelo, foi feita outra cópia de cada diapositivo no formato 30x30 cm e recortadas de maneira a resgatar a área deixada de fora anteriormente, procedimento este esclarecido pela figura 8.

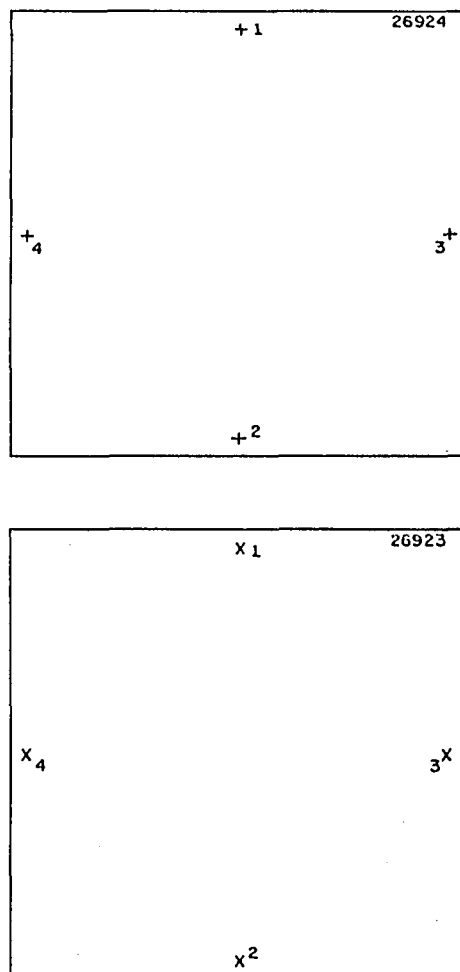


FIGURA 6 - O formato 30 x 30 cm com as respectivas marcas fiduciais

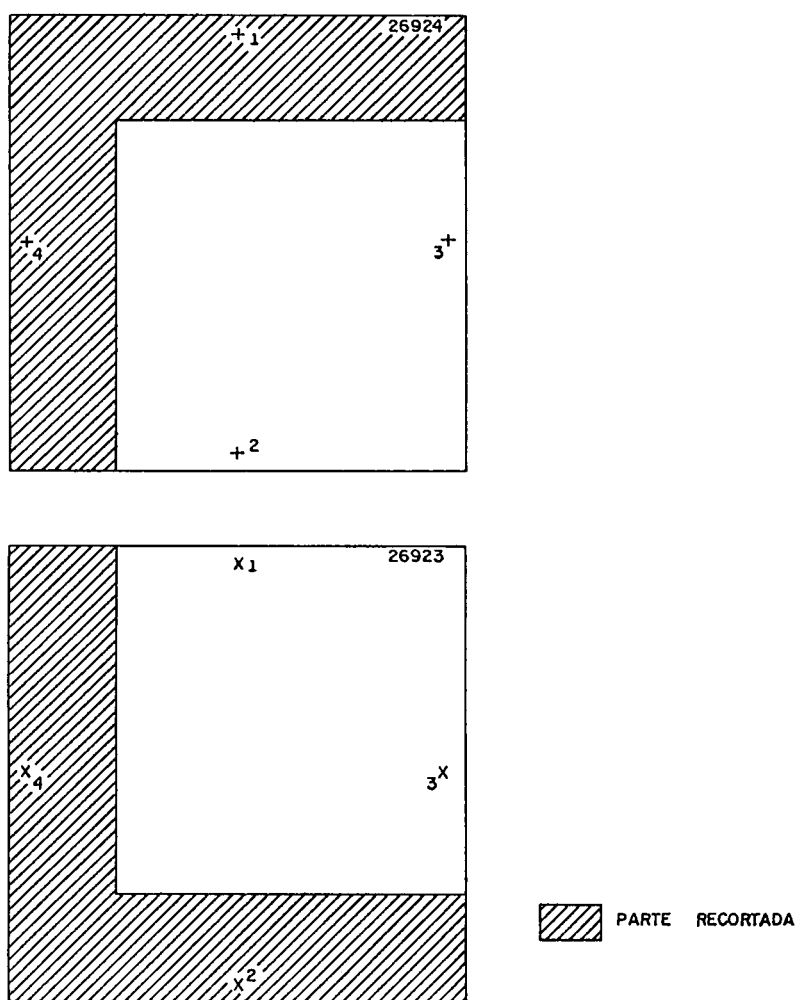


FIGURA 7 - Os recortes para obter o formato 23 x 23 cm
(1ª tentativa)

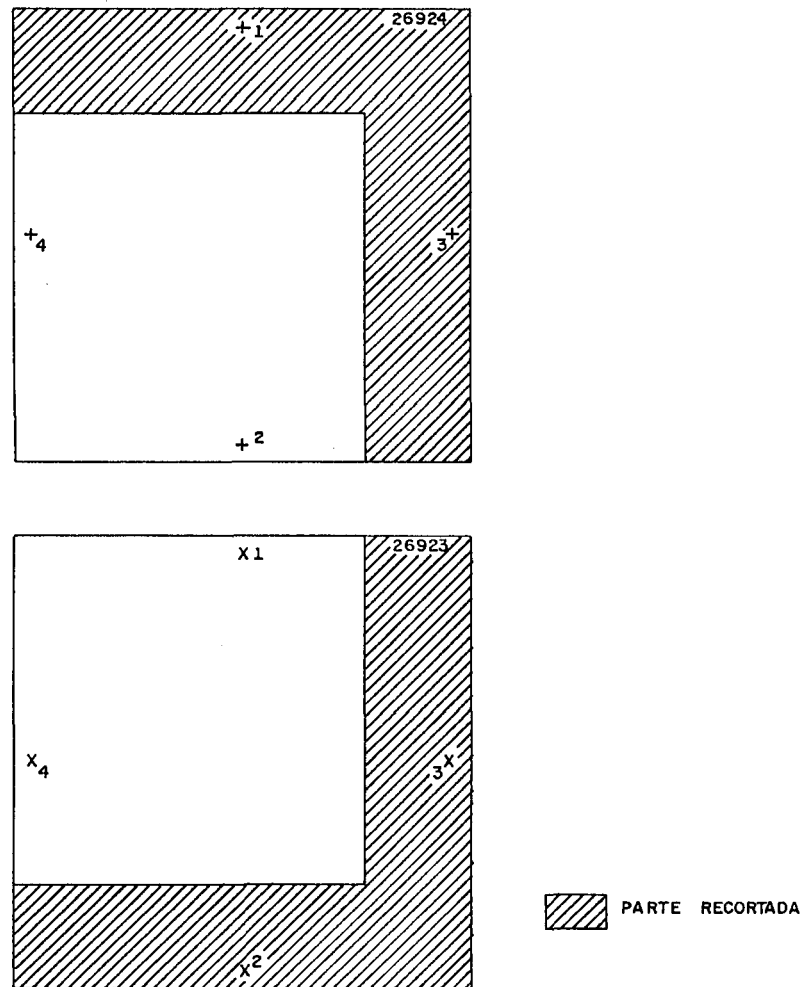
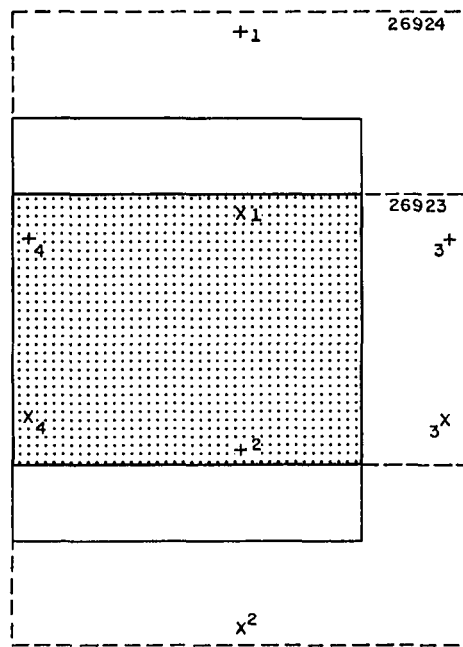
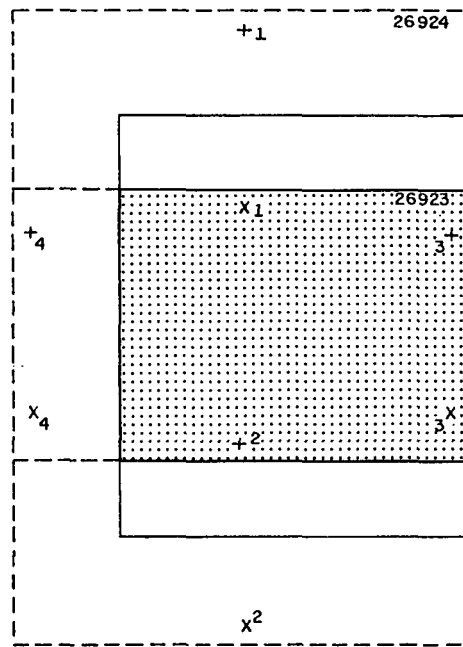


FIGURA 8 - Os recortes para resgatar as áreas deixadas de fora anteriormente

De acordo com a figura 9, estavam assim formados dois submodelos e nas etapas seguintes seriam trabalhados separadamente. No final, ilustrado pela figura 10, para obter a restituição de toda a superposição do modelo original formado com as imagens 30x30 cm, os submodelos formados com as imagens 23x23 cm seriam reunidos por pontos comuns .



 SUBMODELOS FORMADOS

FIGURA 9 - Os submodelos formados com as imagens de 23x23 cm

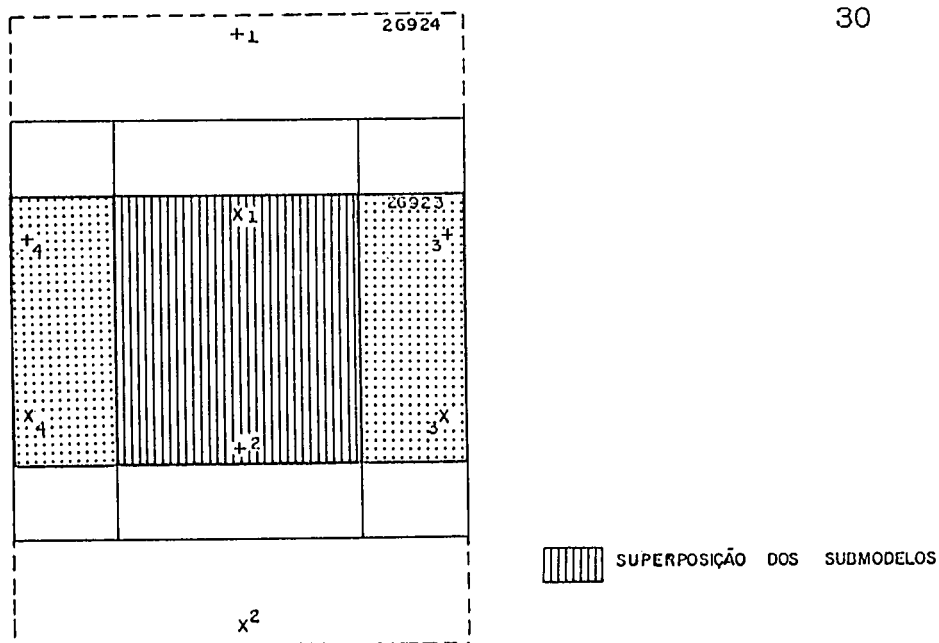


FIGURA 10 - Os submodelos reunidos

Com este método, a orientação interna do modelo deveria ser feita com duas marcas fiduciais, o que, de acordo com o manual do aparelho restituidor, era possível através programa para orientação instalado. Foram feitas várias insistências, mas o equipamento não executava a orientação interna. A explicação para tal negativa foi percebida quando o método foi desenhado. O erro cometido foi devido ao fato de que quando os diapositivos 30x30 cm foram recortados para obter o formato 23x23 cm, as marcas fiduciais de um deles não eram equivalentes as do outro diapositivo, isto é, não eram as mesmas. Esclarecendo, pela figura 7, após os recortes feitos, no diapositivo 26924 ficaram as marcas fiduciais 3 e 2 e no diapositivo 26923 ficaram as marcas fiducias 3 e 1.

4.6.2 Mudança da posição das marcas fiduciais

Na tentativa de encontrar outra solução para adaptar o par de diapositivos de 30x30 cm nos porta-placas, foram criadas novas marcas fiduciais, em posições semelhantes aquelas das fotografias aéreas 23x23 cm, no mesmo sistema xy da KFA-1000. O método é transcrito abaixo e os valores citados podem ser acompanhados pela tabela 6.

Nas especificações técnicas da câmara, foram dadas as distâncias das marcas fiduciais aos eixos x e y. Para as novas distâncias das marcas fiduciais criadas aos eixos x e y, foram arbitrados valores aproximados aqueles utilizados em fotos aéreas de 23x23 cm. Para eliminar os sinais negativos de algumas distâncias, foi somado a todas, de ambos os formatos, negativas ou não, uma constante qualquer, no caso, 200. Com esses valores obtidos foi feita uma transformação para a escala 1:50 do ploter e arredondou-se o resultado para o inteiro mais próximo pois o equipamento não considera décimos do milímetro.

TABELA 6 - Distâncias das marcas fiduciais aos eixos x e y para utilização no ploter.

Formato (cm)	nº da marca fiducial	Dist. das marcas fiduciais dos eixos		Acréscimo da constante 200		Distância na escala do ploter		Distância utilizada pelo ploter	
		x(mm)	y(mm)	x(mm)	y(mm)	x(mm)	y(mm)	x(mm)	y(mm)
30x30	1	-146,103	0,002	53,897	200,002	2694,85	10000,1	2695	10000
	2	146,097	0,002	346,097	200,002	17304,85	10000,1	17305	10000
	3	0,004	148,598	200,004	348,598	10000,2	17429,9	10000	17430
	4	-0,01	-148,603	199,99	51,397	9999,5	2569,85	10000	2570
23x23	1	-113	0	87	200	4350	10000	4350	10000
	2	113	0	313	200	15650	10000	15650	10000
	3	0	113	200	313	10000	15650	10000	15650
	4	0	-113	200	87	10000	4350	10000	4350

Com as distâncias obtidas na tabela 6, as posições das marcas fiduciais de ambos os formatos, 30x30 cm e 23x23 cm, foram gravadas com auxílio de um instrumento de plotagem de precisão sobre papel "cronaflex" tipo "scribe". Sobre uma mesa de luz foi feita a superposição das marcas fiduciais de um dos diapositivos 30x30 cm com as gravadas no "scribe". A partir da coincidência, foram copiadas manualmente, através de furos, as posições das marcas fiduciais referentes ao formato 23x23 cm do "scribe" para o diapositivo 30x30 cm. O mesmo foi repetido para o outro diapositivo. Os diapositivos 30x30 cm passaram a ter as marcas fiduciais originais e as criadas, e o passo seguinte foi recortá-los no formato 23x23 cm, conforme

representado pela figura 11. Assim, da superposição dos diapositivos recortados, explicada pela figura 12, estava formado o modelo a ser restituído.

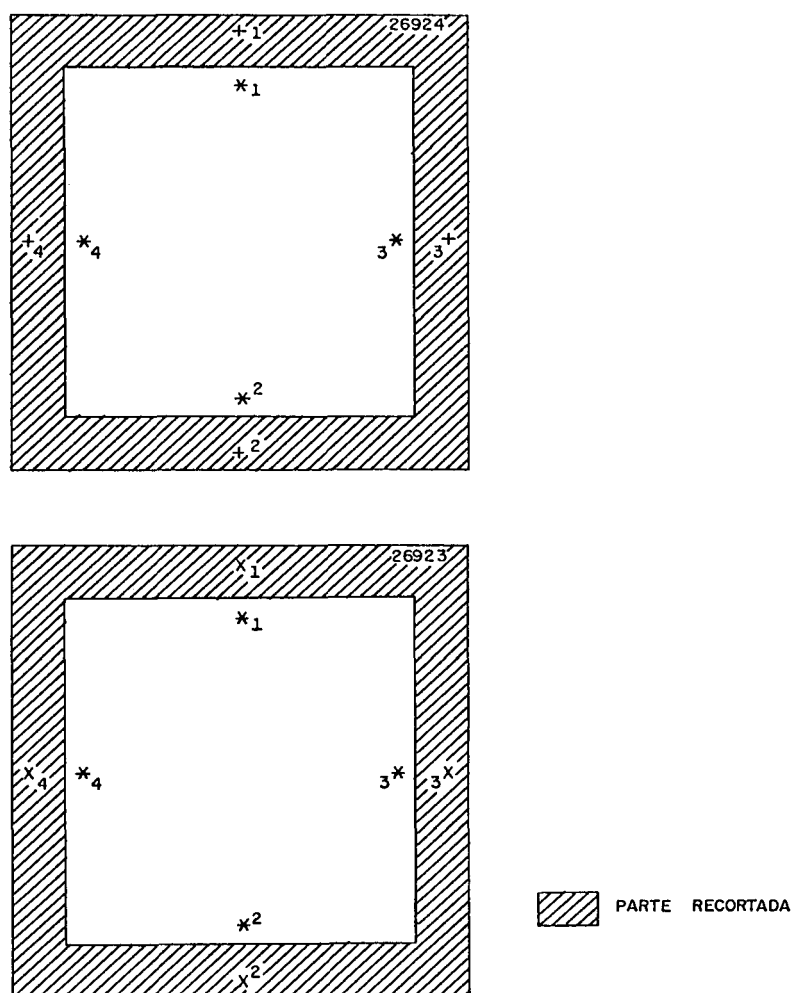


FIGURA 11 - Os recortes para obter o formato 23 x 23 cm (2ª tentativa)

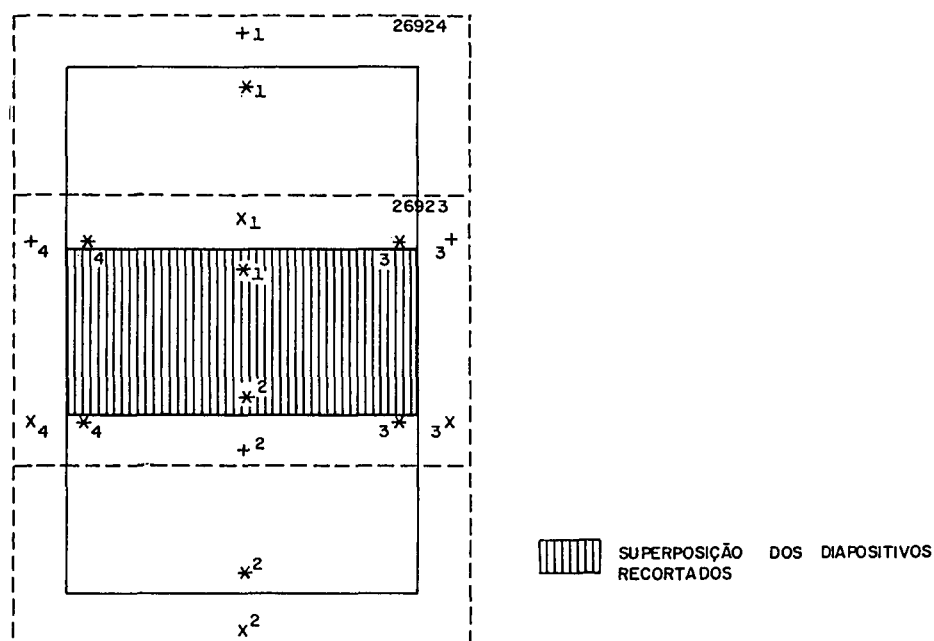


FIGURA 12 - A superposição após os recortes

Com o procedimento descrito acima, os pontos 1, 2, 7, 13, 16, 17, 35, 51, 52, 53, 61, 62, 63 e 64, escolhidos para o apoio, foram abandonados ou porque foram recortados ou porque estavam muito próximos dos limites dos novos diapositivos. A quantidade do número de pontos para o apoio ficou reduzido de 45 para 31. Outra redução foi no número de cartas topográficas sobre as quais constava a área teste, passando das quatro iniciais para duas, Santa Maria da Vitória e Porto Novo.

4.7 ADAPTAÇÃO DA DISTÂNCIA FOCAL

Para a orientação interna do modelo, outro problema encontrado foi quanto a introdução da distância focal de 1008,51 mm. Devido as limitações do programa instalado no equipamento, foi necessário a alteração para valores mais próximos aqueles usados na Aerofotogrametria. Foi feita a opção pela redução da distância focal à metade, para 504,255 mm. Essa solução da divisão por dois foi escolhida pela conveniência de ser exata, para ambas, a distância focal e a altitude, já que esta também precisou ser reduzida na mesma proporção, para não haver alteração de escala.

4.8 RESTITUIÇÃO ANALÍTICA DO MODELO

Os procedimentos adotados para a restituição do modelo foram de acordo com o manual do aparelho restituidor analítico utilizado. ³⁹

Na orientação do modelo, devido as dificuldades de identificação, foram abandonados pelo operador os pontos 5, 6, 8, 9, 14, 15, 19, 22, 23, 36, 37, 38, 39 e 41. Assim, restaram dezessete pontos de apoio para prosseguir com a orientação do modelo.

Durante os processamentos verificou-se, pela análise dos resíduos, a necessidade de serem retirados outros pontos, assim como também foram retirados pontos que estavam muito próximos entre si.

Ao final, a orientação do modelo foi executada com oito pontos, os de número 4, 10, 12, 20, 21, 24, 34 e 42, esquematizados na figura 13.

A medida que o operador acompanhava a planimetria do modelo no restituidor analítico, esta era mostrada na tela do micro-computador acoplado, e armazenada num arquivo ligado ao sistema gráfico. A restituição foi executada para obter o desenho final na escala 1:100.000, na projeção UTM, a fim de permitir comparação com as cartas topográficas. As cores e as representações das feições obedeceram as convenções cartográficas empregadas em projetos desenvolvidos pela empresa. As representações dos pontos de apoio foram desenhados nas posições indicadas pelas coordenadas lidas nas cartas topográficas.

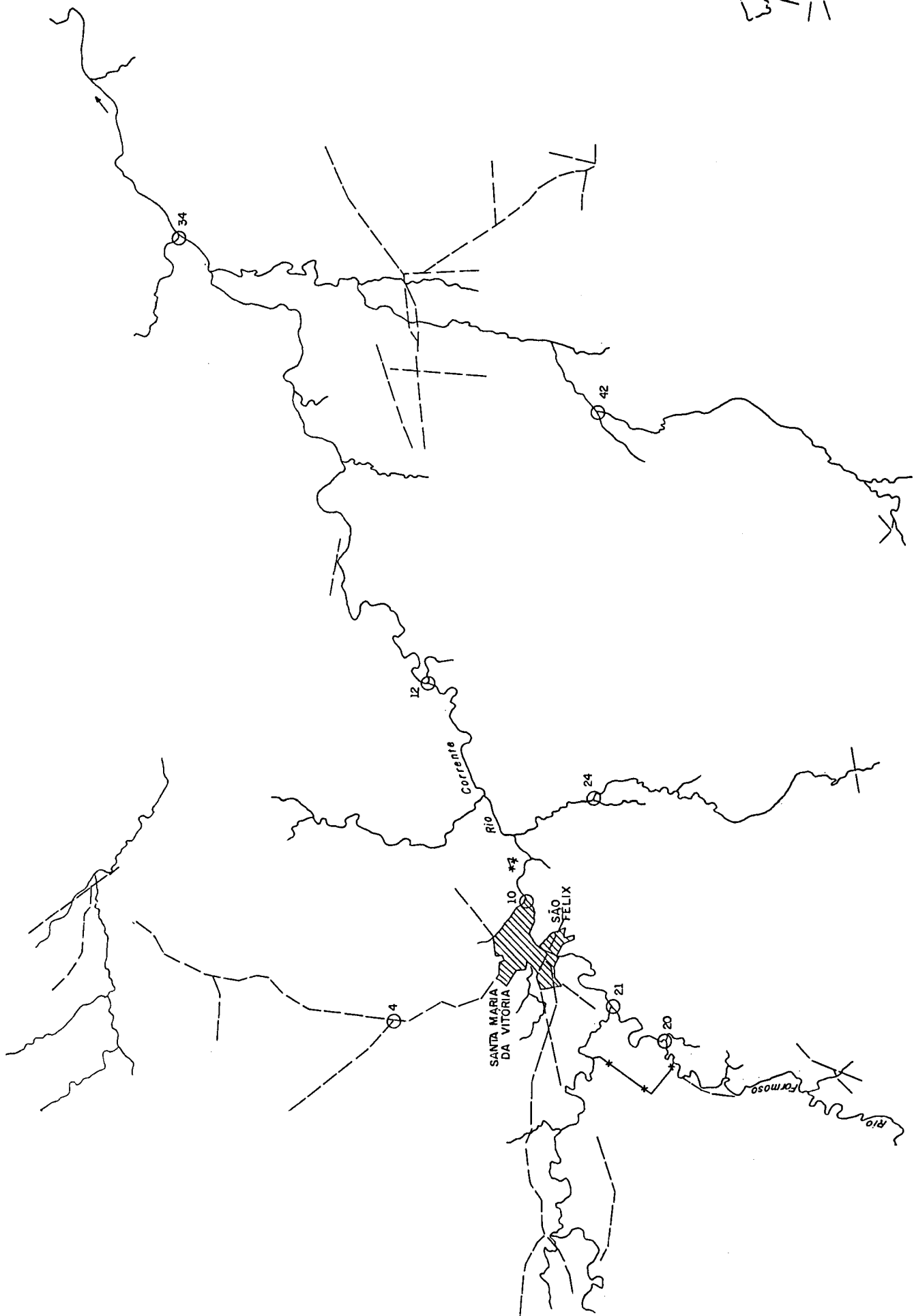


FIGURA 13- Os oito pontos de apoio utilizados para a orientação do modelo.

4.9 EDIÇÃO E DESENHO

Através do módulo de edição do sistema gráfico, foi corrigido o traçado das feições restituídas, inserido texto referente aos nomes de alguns rios, serras e cidades, construído o canevá com as coordenadas e lido as coordenadas dos pontos de apoio nas posições identificadas no início do trabalho.

Através do módulo de desenho do sistema gráfico, foram desenhadas, a quatro cores, as feições armazenadas no arquivo do sistema, na escala 1:100.000, utilizando ploter tipo tambor.

Para a apresentação neste trabalho, o desenho obtido através do sistema gráfico, foi copiado a nanquim em papel poliéster.

4.10 DELIMITAÇÃO DE SUB-ÁREAS

Para facilitar a comparação na escala 1:100.000 do desenho final com as cartas topográficas, foram selecionadas três sub-áreas (quadrículas) da área teste delimitadas pelas coordenadas UTM, conforme consta na tabela 7.

TABELA 7 - Delimitação das sub-áreas através das coordenadas UTM

SUB-ÁREA	E(m)		N(m)	
	1	580.000	590.000	8.510.000
2	600.000	610.000	8.520.000	8.530.000
3	610.000	620.000	8.520.000	8.530.000

5. RESULTADOS

5.1 COORDENADAS UTM DOS PONTOS DE APOIO

As coordenadas UTM, E e N, dos pontos de apoio, lidas através de programa computacional nas cartas topográficas Santa Maria da Vitória, Porto Novo, Coribe e Parateca, foram transcritas nas tabelas 8, 9, 10 e 11. Conforme esclarecido anteriormente, dos 45 pontos lidos, devido aos recortes nos diapositivos, às dúvidas de identificação pelo operador e aos resíduos obtidos, somente os de números 4, 10, 12, 20, 21, 24, 34 e 42 foram considerados para a orientação do modelo.

TABELA 8 - Coordenadas UTM dos pontos de apoio pertencentes a Santa Maria da Vitória.

Número do ponto	E(m)	N(m)
1	586.130	8.540.693
2	590.833	8.542.349
3	586.746	8.535.502
4	583.863	8.526.517
5	594.719	8.529.985
6	607.899	8.528.140
7	575.182	8.519.991
8	577.740	8.519.893
9	587.707	8.521.102
10	589.555	8.519.340
11	591.731	8.520.262
12	601.281	8.523.736
13	571.744	8.518.713
14	583.018	8.518.658
15	583.959	8.518.835
16	571.647	8.516.133
17	574.441	8.515.699
18	579.348	8.513.663
19	579.942	8.512.047
20	582.052	8.512.740
21	583.879	8.515.467
22	592.026	8.518.998
23	579.909	8.509.697
24	594.899	8.515.643
25	594.850	8.511.270

TABELA 9 - Coordenadas UTM dos pontos de apoio pertencentes a Porto Novo.

Número do ponto	E(m)	N(m)
31	612.996	8.527.332
32	616.901	8.529.523
33	623.734	8.533.567
34	625.640	8.535.189
35	634.041	8.539.148
36	622.837	8.526.007
37	617.484	8.522.772
38	620.192	8.522.981
39	622.489	8.523.248
40	618.842	8.516.356
41	625.486	8.518.666
42	614.979	8.514.066
43	628.087	8.513.721

TABELA 10 - Coordenadas UTM dos pontos de apoio pertencentes a Coribe.

Número do ponto	E(m)	N(m)
51	578.683	8.504.991
52	579.810	8.504.219
53	595.348	8.502.031

TABELA 11 - Coordenadas UTM dos pontos de apoio pertencentes a Parateca.

Número do ponto	E(m)	N(m)
61	608.178	8.499.179
62	610.175	8.500.474
63	636.382	8.503.908
64	636.895	8.501.668

5.2 ALTITUDES DOS PONTOS DE APOIO

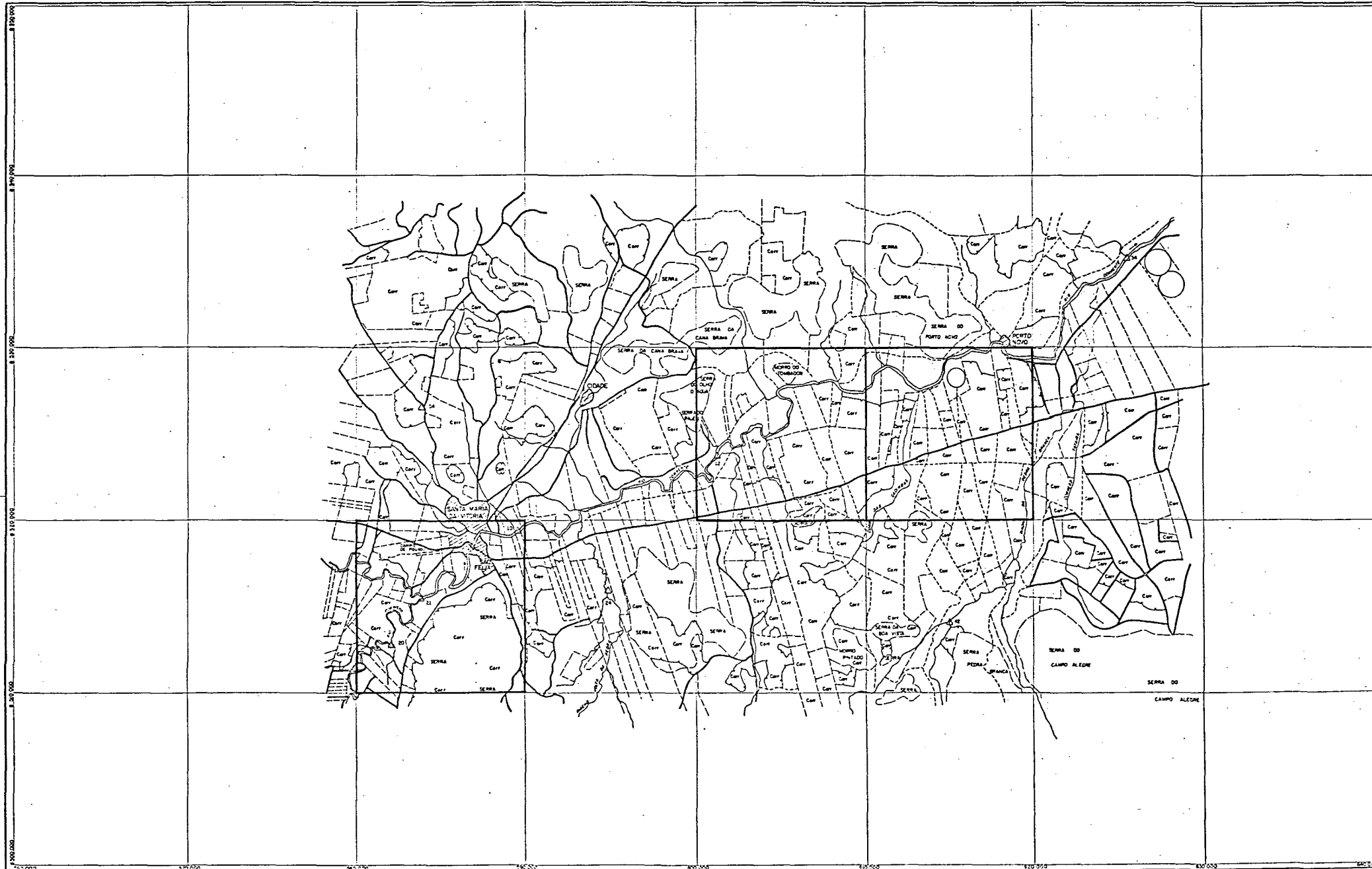
Foram lidas nas cartas topográficas 1:100.000, com equidistância de 40 m entre as curvas de nível, as altitudes dos pontos que constam na tabela 12. Essas altitudes foram necessárias somente para a orientação do modelo.

TABELA 12 - Altitudes dos pontos de apoio

Nº de Ponto	Altitude (m)
3	595
4	555
10	428
11	440
12	420
18	475
20	433
21	430
24	470
25	515
31	419
32	418
33	416
34	415
40	460
42	475
43	510

5.3 DESENHO FINAL

Uma cópia do desenho final da área teste na escala 1:100.000 é apresentada no Anexo. Devido ao inconveniente para manuseio das dimensões alcançadas, o desenho final foi anexado a seguir, figura 14, no tamanho reduzido para o formato A4, com destaque das localizações das três sub-áreas selecionadas para auxiliar na comparação do desenho final com as cartas topográficas.



CONVENÇÕES		LIMITES	
<p>REDE VIÁRIA</p> <p>ESTRADA</p> <p>CAMINHO</p> <p>OBRAS DE ARTE</p> <p>PONTE</p> <p>PIEDS DE SERRAÇÃO</p>	<p>PONTO DE APOIO</p> <p>PONTO DE APOIO HORIZONTAL</p> <p>HIDROGRAFIA</p> <p>CURSO D'ÁGUA</p> <p>VEGETAÇÃO</p> <p>CERRADO</p>	<p>TALUDES</p> <p>ESCADAS</p> <p>SERRAS / MORROS</p> <p>CAMPO DE POUSSO</p>	

RESTITUIÇÃO PLANIMÉTRICA
 ESCALA 1: 100.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCAITOR
 Sistema Geográfico 541 Americano de 1983

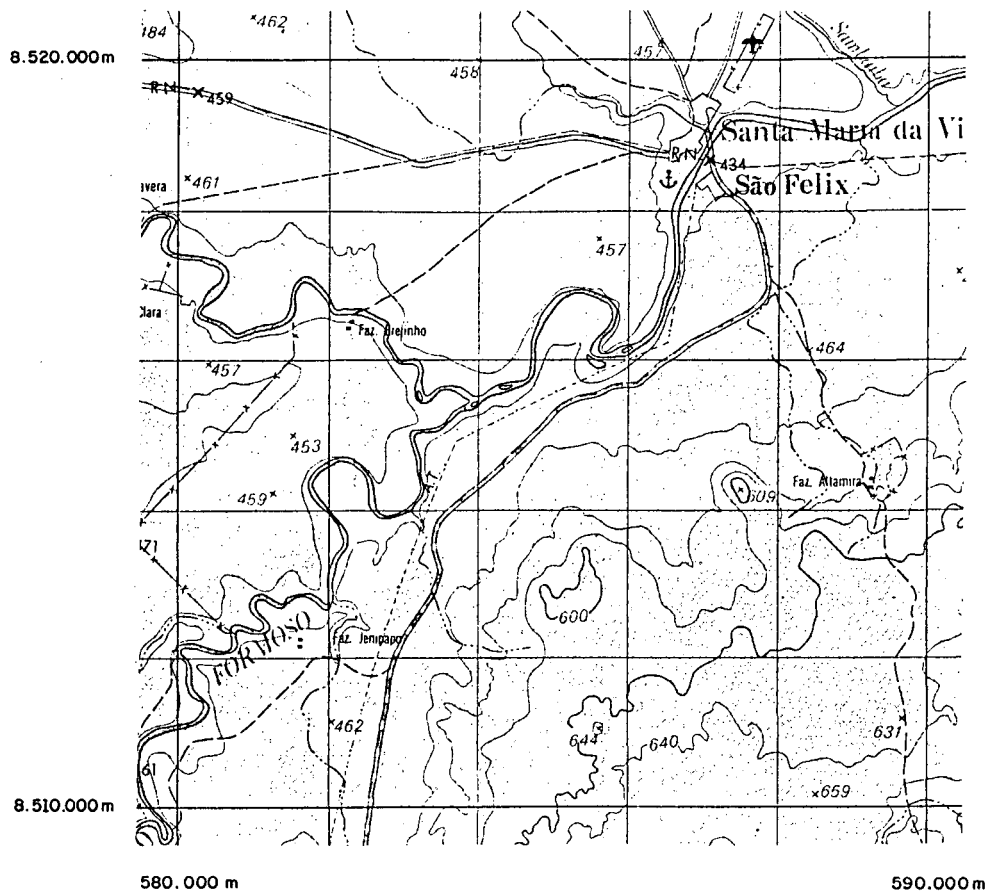
RESTITUIÇÃO EXECUTADA EM JULHO DE 1990, COM
 APARELHO RESTITUIDOR ANALÍTICO DE 19.º ORDEM,
 UTILIZANDO PAR DE FOTOGRAFIAS NA ESCALA 1:250.000,
 OBTIDAS EM JULHO DE 1988 E INTEGRANTES DO PROJETO
 PUSO SOUZEIRAS.



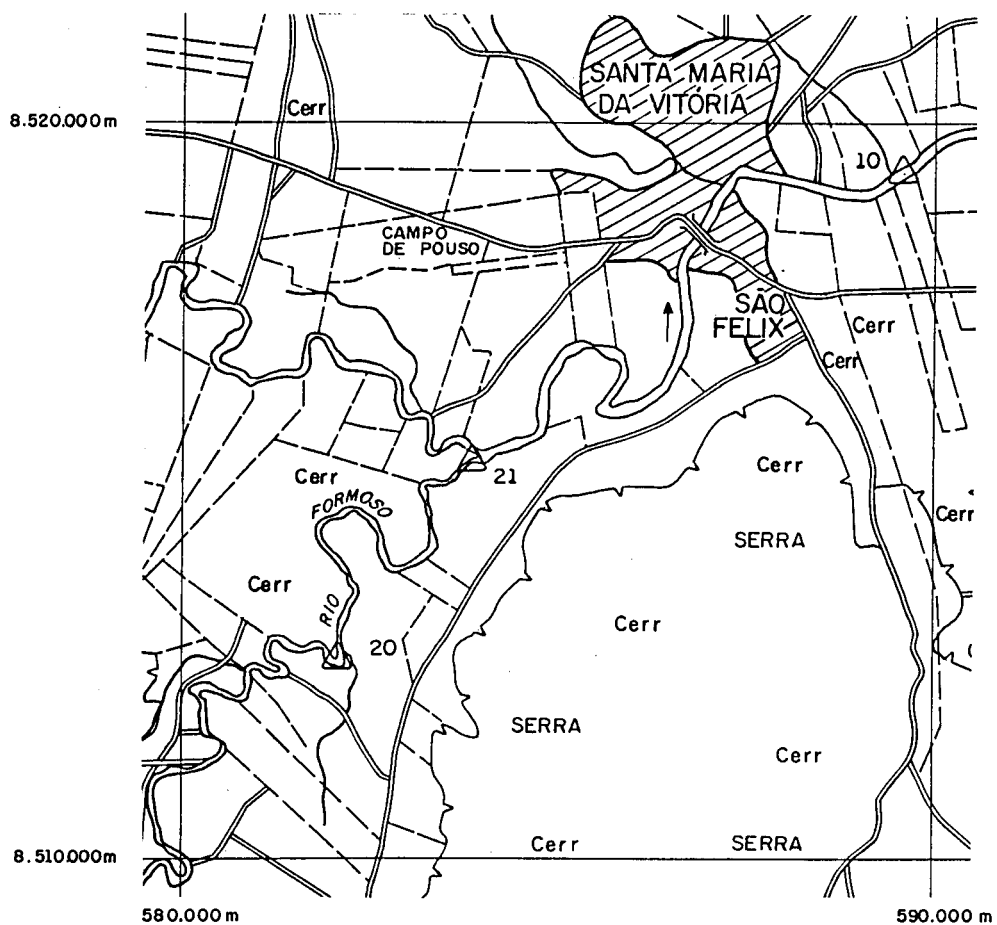
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
 SETOR DE TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
 CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS

5.4 DESENHO FINAL E CÓPIAS DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS PARA AS SUB-ÁREAS

Procurando facilitar a comparação do desenho final com as cartas topográficas, as três sub-áreas selecionadas foram colocadas cada uma em páginas separadas, ao lado da cópia das cartas topográficas da quadricula correspondente, conforme pode ser verificado pelas figuras 15, 16 e 17.

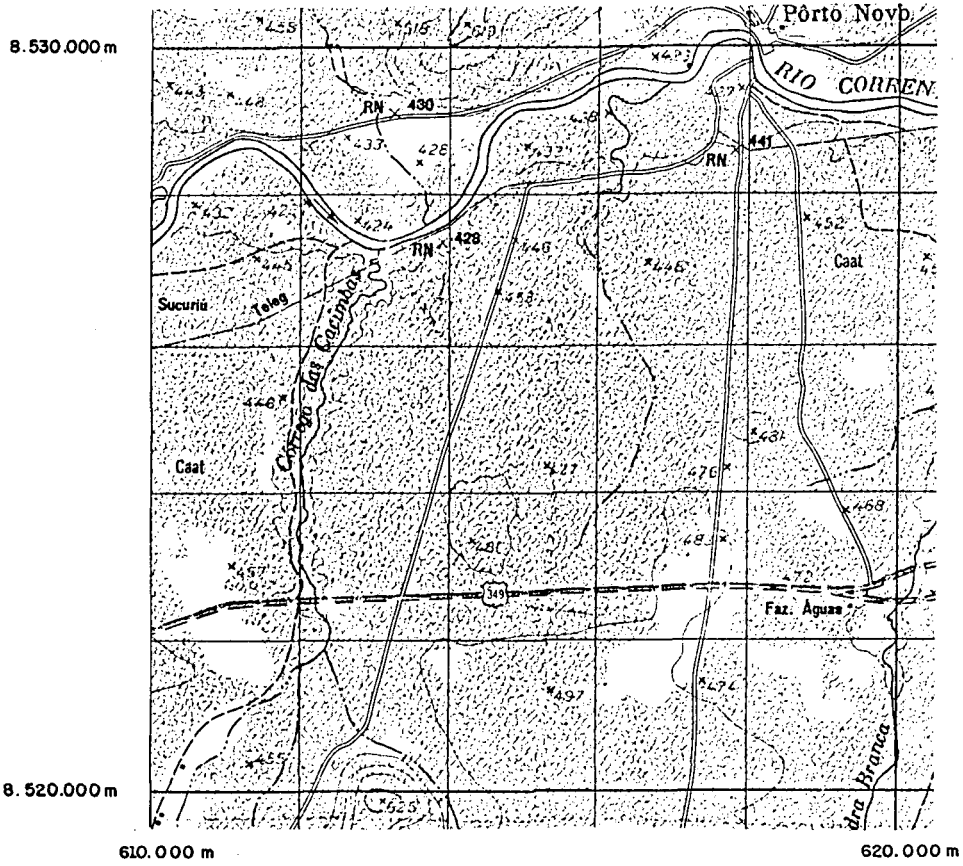


a) Cópia da carta topográfica . Escala 1:100.000

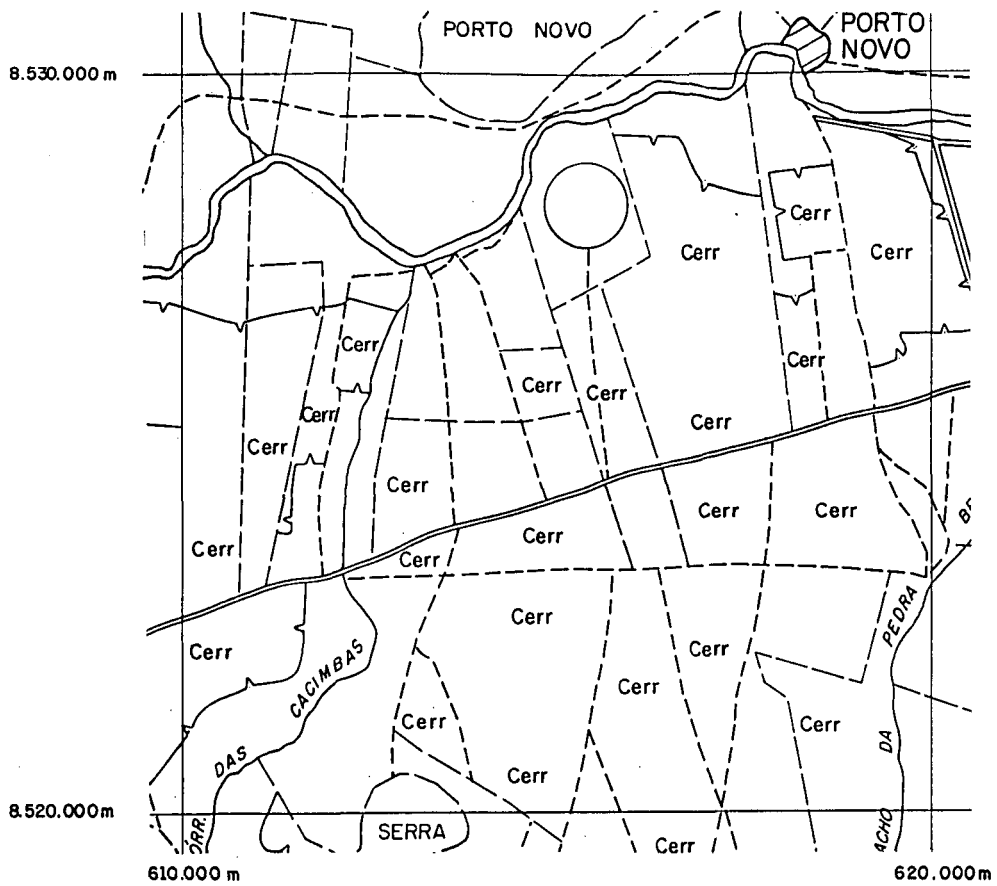


b) Cópia do desenho final Escala 1:100.000

FIGURA 15 - Sub-área 1.



a) Cópia da carta topográfica. Escala 1:100.000.



b) Cópia do desenho final. Escala 1:100.000

FIGURA 17 - Sub-área 3.

5.5 COMPARAÇÃO DO DESENHO FINAL COM AS CARTAS TOPOGRÁFICAS

As observações feitas e transcritas a seguir, da comparação do desenho final com as cartas topográficas, podem ser acompanhadas, na maioria dos casos, pelas figuras 15, 16 e 17, onde o desenho final e a cópia da carta topográfica estão lado a lado na escala 1:100.000.

A rede viária apresentada pelas cartas topográficas, em grande parte ainda existe. As estradas que surgiram são poucas e os caminhos, ao contrário, invadiram toda a área. A estrada federal, caracterizada como em construção na carta topográfica Porto Novo e sem continuação na de Santa Maria da Vitória, foi representada sem interrupções no desenho final (figura 16). A linha telegráfica das cartas, em vários trechos coincidiu com os caminhos do desenho final (figura 16).

Existem casos de correspondência entre as cercas representadas nas cartas topográficas, e os talhões do desenho final (figura 15).

Quanto aos limites das cidades, verificou-se a expansão de Santa Maria da Vitória e São Félix (figura 15), o pouco crescimento de Porto Novo (figura 17) e, o surgimento de uma outra que pode ser localizada pelas coordenadas $E = 593.500$ m e $N = 8.527.000$ m. Em relação a algumas obras isoladas executadas nas cidades, constatou-se a mudança de local da pista de pouso (figura 15), e a construção de uma ponte sobre o Rio Corrente entre Santa Maria da Vitória e São Félix (figura 15), lugar onde nas cartas topográficas não existia qualquer construção.

De acordo com o desenho final, a vegetação predominante ainda é o cerrado, embora muitas áreas foram abertas, principalmente nas proximidades dos rios.

À hidrografia, acrescentou-se a construção de pivôs de irrigação (figura 17). Segundo as cartas topográficas, na região existem várias cursos d'água intermitentes, e em alguns desses casos houve pequenas discrepâncias no traçado quando comparadas as cartas e o desenho (figura 16).

Embora este trabalho tenha sido dirigido para restituir a planimetria, as elevações foram delineadas para proporcionar o conhecimento aproximado do relevo, visto que a região é formada de serras.

A fim de verificar a coincidência das feições com a sobreposição do desenho final e as cartas topográficas, os reticulados de ambos foram justapostos. A parte a esquerda do desenho final, a partir da coordenada E = 608.000 m, se sobrepos a carta de Santa Maria da Vitória, onde a coincidência das feições foi perfeita nas proximidades do centro do modelo e com os maiores deslocamentos, na parte esquerda do modelo. A parte a direita do desenho final, a partir da coordenada E = 608.000 m, se sobrepos a carta de Porto Novo, onde os menores deslocamentos, ficaram ao sul do modelo e os deslocamentos maiores acompanharam o Rio Corrente. É importante salientar que na ligação das duas cartas topográficas envolvidas, há um deslocamento do Rio Corrente de mais de 300 m (figura 16).

Quanto aos pontos de apoio do desenho final, "parecem estar deslocados" de suas posições (figuras 15 e 16). Isto aconteceu porque foram representados segundo as

coordenadas lidas nas cartas topográficas. Deste modo permitiram visualizar as diferenças entre as coordenadas lidas nas cartas topográficas e as obtidas após a restituição, cujos valores são dados na sequência.

5.6 DIFERENÇAS ENTRE COORDENADAS

Após a restituição do modelo, na fase de edição, as coordenadas dos pontos de apoio foram lidas e comparadas àquelas obtidas das cartas topográficas. As diferenças calculadas são mostradas na tabela 13, as quais foram necessárias para o cálculo do erro médio quadrático.

TABELA 13 - Diferenças entre as coordenadas lidas nas cartas topográficas e as obtidas após a restituição do modelo.

NÚMERO DO PONTO	COORDENADAS UTM	LEITURA NAS CARTAS TOPOGRÁFICAS (m)	LEITURA APÓS A RESTITUIÇÃO (m)	DIFERENÇAS ENTRE AS COORDENADAS (m)
4	E	583.863	583.987	-124
	N	8.526.517	8.526.500	17
10	E	589.555	589.409	146
	N	8.519.340	8.519.348	-8
12	E	601.281	601.208	73
	N	8.523.736	8.523.608	128
20	E	582.052	582.129	-77
	N	8.512.740	8.512.878	-138
21	E	583.879	583.920	-41
	N	8.515.467	8.515.546	-79
24	E	594.899	594.868	31
	N	8.515.643	8.515.567	76
34	E	625.640	625.597	43
	N	8.535.189	8.535.298	-109
42	E	614.979	614.918	61
	N	8.514.066	8.514.160	-94

5.7 ERRO MÉDIO QUADRÁTICO

A partir do somatório das diferenças entre as coordenadas E e do somatório das diferenças entre as coordenadas N, foram calculados os erros médios quadráticos em E e N, com a fórmula:

$$\text{e.m.q} = \left[\frac{\sum (\text{dif})^2}{n} \right]^{1/2}$$

sendo :

e.m.q = erro médio quadrático em E ou N;

dif = diferença entre as coordenadas E ou N,
de um ponto;

n = número de pontos

Os erros médios quadráticos conseguidos foram de $\pm 83,79$ m em E e $\pm 92,54$ m em N. Estes resultados excedem a exigência do "United States National Map Accuracy Standards" dada como 30 m para o caso do mapeamento na escala 1:100.000. Apesar disso, esses erros não tornam inválido o processo descrito para a utilização das imagens nos equipamentos restituídos.

6. DISCUSSÃO

Ao iniciar este trabalho, as imagens da câmara russa KFA-1000 eram quase que desconhecidas no Brasil. Estavam começando a entrar no mercado interno e os trabalhos que vinham sendo feitos eram praticados unicamente pela empresa responsável pela distribuição comercial das imagens no país. Por isso, o interesse por tal assunto foi assumido e colocado em prática através da restituição fotogramétrica de um modelo.

A discussão aqui apresentada visa mostrar as principais dificuldades encontradas e mostrar os procedimentos adotados comparando-os com os seguidos por outros centros de estudos.

As primeiras dificuldades foram devido ao ineditismo, com poucos trabalhos realizados, feitos no exterior, com o relato dos métodos não suficientemente esclarecidos e em equipamentos que desconhecíamos.

O estereopar designado para o teste foi escolhido entre os pouquíssimos disponíveis.

A área teste pertencia a uma região pobre, em se tratando de mapeamento. Assim, a possibilidade de utilizar os pontos de apoio de levantamentos executados anteriormente sobre o local, ficou reduzida a dois: ou aquele feito a mais de vinte anos, por diferentes órgãos executores, o que impossibilitou a reunião do material necessário; ou aquele feito recentemente mas cobrindo somente parte da área teste, o que não interessou pois o apoio para a outra parte teria de ser conseguido de fonte diferente, implicando numa mistura de obtenção dos pontos de apoio e dificultando a análise do conjunto. Em consequência, os pontos para o apoio foram

determinados a partir de cartas topográficas 1:100.000.

A utilização de pontos de apoio sobre trabalhos já realizados, foi dada como solução, também por outros autores: KONECNY et al (1988), obtiveram esses pontos a partir de mapas 1:25.000; KACZYNSKI e KONIECZNY (1988), de mapas 1:10.000 e 1:50.000 e de triangulação de fotos aéreas 1:26.000; KRAEMER (1988) de mapas 1:25.000 e 1:10.000 e JARDIM e BOGO (1989) identificaram os pontos sobre croquis de campo e diafilmes, na escala 1:40.000, do aerolevanteamento realizado em 1967.

O primeiro método, para adaptar o formato de 30x30 cm nos porta-placas, mantendo as posições das marcas fiduciais, tinha como idéia principal a restituição da área total de superposição do modelo original. Mas, como não foi possível a orientação interna, um outro método foi desenvolvido, alterando as posições das marcas fiduciais. Com a adoção deste segundo método, houve uma redução da área de superposição do modelo, passando do original 18x30 cm para 11x23 cm.

O procedimento adotado para adaptar os diapositivos de 30x30 cm nos porta-placas de dimensões limites para uso de imagens 23x23 cm, consistiu na criação de novas marcas fiduciais, em posições semelhantes as das fotografias aéreas de 23x23 cm, com recortes em todos os lados dos diapositivos, de modo a obter aquele formato.

Exemplos de como as imagens de 30x30 cm foram empregadas, são citados por KACZYNSKI e KONIECZNY (1988), os quais aproveitaram o tamanho original e a redução para 24x24 cm, com alteração da escala. Outra maneira foi apresentada por

JARDIM e BOGO (1989), quando foi feita uma translação das marcas fiduciais em direção ao centro, utilizando transferidor de pontos e registrador de coordenadas, com as imagens recortadas a fim de obter o formato 23x23 cm.

Junto com a redução da distância focal de 1008,51 mm para 504,255 mm, adotada neste trabalho, igualmente a altura de vôo foi introduzida pela metade, para que a escala das imagens não fosse alterada. Para KACZYNSKI e KONIECZNY (1988), a distância focal foi transformada de 1012,82 mm para 785,04 mm, devido a utilização do processo de reduzir as imagens com mudança de escala.

Alguns pesquisadores alertam quanto a necessidade de considerar a correção devido a refração fotogramétrica. Para o cálculo desta refração são apresentadas a seguir duas fórmulas, a) e b), válidas para a aplicação da distribuição de densidade ρ da atmosfera ICAN, conforme ANDRADE (1977).

$$Z \text{ (altitude de vôo)} \leq 11\text{km} \quad \rho = 1,2256 (1 - 0,02257 Z)^{4,256}$$

$$Z \text{ (altitude de vôo)} \geq 11\text{km} \quad \rho_1 = 0,3638 e^{-0,1578(Z-11)}$$

a) para altitudes de vôo até 11 km:

$$E = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{Z_s - Z_p} \cdot \frac{(1 - bZ_s)^c (Z_s - Z_p) + \frac{1}{b(c+1)} \left[(1 - bZ_s)^{c+1} - (1 - bZ_p)^{c+1} \right]}{(1 - bZ_s)^c - (1 - bZ_p)^c}$$

$$\ln \left[\frac{1 + 0,000226 a (1 - bZ_p)^c}{1 + 0,000226 a (1 - bZ_s)^c} \right]$$

b) para altitudes de vôo maiores ou iguais a 11 km:

$$E = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{Z_s - Z_p} \left(\frac{A + B}{C + D} - Z_p \right) \ln \left(\frac{1 + 0,000226 a (1 - bZ_p)^c}{1 + 0,000226 a' e^{-b'(Z_s - 11)}} \right)$$

ou de uma forma resumida: $E = E_{45} \cdot \operatorname{tg} \alpha$

onde:

$$A = a \left[(1 - 11b)^c 11 + \frac{(1 - 11b)^{c+1}}{b(c+1)} - \frac{(1 - bZ_p)^{c+1}}{b(c+1)} - (1 - bZ_p)^c Z_p \right]$$

$$B = a' \left[(Z_s + 1/b') e^{-b'(Z_s - 11)} - 11 - \frac{1}{b'} \right]$$

$$C = a \left[(1 - 11b)^c - (1 - bZ_p)^c \right]$$

$$D = a' \left[e^{-b'(Z_s - 11)} - 1 \right]$$

$$a = 1,2256$$

$$b = 0,02257$$

$$c = 4,256$$

$$a' = 0,3638$$

$$b' = 0,1578$$

e = base do logarítmo natural

Z_p = altitude do terreno em km

Z_e = altitude de vôo em km

α = ângulo nadiral, ou:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{r}{f} \quad (\text{para fotos verticais})$$

$$r^2 = x^2 + y^2 ,$$

x, y = coordenadas fotogramétricas de um ponto na foto em mm

f = distância focal em mm

Para a câmara KFA-1000 é aplicável a fórmula b), ou seja, para altitudes de vôo maior que 11 km.

Considerando os valores de:

$$x = 150 \text{ mm}$$

$$y = 150 \text{ mm}$$

$$f = 1000 \text{ mm}$$

$$Z_e = 250 \text{ km}$$

$$Z_p = 0,5 \text{ km (altitude média da área teste)}$$

tem-se:

$$E = E_{45} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$E = 7,60 \text{ } \mu\text{rad} \cdot 0,212132$$

$$E = 1,61 \text{ } \mu\text{rad}$$

Para a correção da refração fotogramétrica:

$$\delta_x = E_{45} \left(1 + \frac{r^2}{f^2} \right) x$$

$$\delta_y = E_{45} \left(1 + \frac{r^2}{f^2} \right) y$$

admitindo: $x = y = 150 \text{ mm}$

então : $\delta_x = \delta_y = 1,19 \text{ } \mu\text{m}$,

que no terreno representa 0,30 m, negligenciável por estar muito abaixo da resolução da câmara.

Conforme citado por MENEGUETTE (1991), o que determina a desatualização cartográfica é a planimetria e uma das metodologias para a atualização é o uso de imagens orbitais, cuja qualidade geométrica não é o único requisito

solicitado, mas o mais importante é o conteúdo informativo. MENEGUETTE (1987) menciona em "Cartographic accuracy and information content..." que tal conteúdo informativo das imagens deve ser considerado principalmente por países onde a necessidade de mapas é enorme e os recursos são poucos, apesar de que não tem sido feito uma investigação minuciosa para mapeamento topográfico.

As informações obtidas das imagens foram representadas segundo normas cartográficas existentes e seguidas nos projetos executados pela empresa que forneceu os equipamentos e o pessoal para a realização deste trabalho. As áreas urbanas foram generalizadas, embora o arruamento e as construções isoladas fossem identificáveis como provam a restituição do campo de pouso, e da ponte sobre o rio Corrente, da cidade de Santa Maria da Vitória. As rodovias foram classificadas em duas categorias: estradas, sem distinção do número de vias ou do tipo de revestimento, e os caminhos. A maioria dos rios foram representados pelo talvegue, exceção feita ao rio Corrente, representado pelas duas margens. Os pivôs de irrigação contribuíram para mostrar o acréscimo de diferentes tipos de informações que podem ser adquiridos. A vegetação ficou limitada a representar o cerrado existente em meio as áreas abertas para a cultura, não discriminando-se o tipo de plantação.

As maiores e menores diferenças entre as coordenadas dos pontos de apoio lidas nas cartas topográficas e as obtidas após a compilação foram de 146 m e 31 m em E e -138 m e -8 m em N. Para JARDIM e BOGO (1989) essas diferenças foram de

-6,41 m e -1,40 m em E e 8,91 m e 2,35 m em N.

Embora os erros médios quadráticos de $\pm 83,79$ m em E e $\pm 92,54$ m em N, alcançados neste trabalho, não possam permitir comparação com os erros obtidos por outros, devido as diferenças de métodos empregados, como exemplos: fontes e escalas diversas para obtenção do apoio, formas diferentes de adaptação do formato nos equipamentos e a utilização de mais de duas imagens; a seguir, para o conhecimento da diversidade dos resultados conseguidos, são transcritos os resultados publicados. KONECNY et al (1988), após ajustamento com quatro imagens, atingiram um erro de $\pm 10,6$ m em posição e, noutro ajustamento, com outras três imagens alcançaram um erro de $\pm 6,9$ m em posição, com pontos de apoio retirados de mapas 1:25.000. KACZYNSKI e KONECNY (1988), com imagens reduzidas, obtiveram erros de ± 49 m em X e ± 55 m em Y, com apoio a partir de mapas 1:50.000, e erros de $\pm 2,5$ m em X e $\pm 2,1$ m em Y, com apoio de mapas 1:10.000. Para JARDIM e BOGO (1989), o erro médio, calculado a partir dos resíduos, foi de 7,0 m.

As fotografias espaciais podem ajudar na produção rápida e barata de mapas topográficos, fatores importantes aos países em desenvolvimento, segundo KACZYNSKI e KONIECZNY (1988). E para a atualização cartográfica, essas imagens devem ser adquiridas regularmente, acrescenta MENEGUETTE (1987). No caso da câmara KFA-1000, para o recebimento das imagens solicitadas há um período de 30 a 45 dias para imagens já obtidas, e de 45 a 120 dias para novas imagens. Com respeito aos custos das imagens, são fornecidos na tabela 14, valores

referentes a setembro de 1989.

TABELA 14 - Custos dos filmes para as imagens da câmara KFA-1000.

FILME	PRETO E BRANCO (U\$)	COLORIDO (U\$)
Positivo	945	1025
Negativo	1000	1200

FONTE: Aerosul S/A.

7. CONCLUSÕES

O método adotado para adaptar o formato de 30x30 cm a um equipamento restituidor analítico de 1ª. ordem, considerou o recorte dos diapositivos e a criação de novas marcas fiduciais, a fim de assemelhar as imagens da KFA-1000 às fotografias aéreas 23x23 cm, pois são esses os tamanhos usados no cotidiano. Devido a redução do formato, surgiram duas consequências. A primeira foi com a superposição longitudinal, que passou de 18x30 cm para 11x23 cm, o que levou a uma perda de área a ser restituída. A segunda foi com a superposição lateral, que de 9 cm passou para 2 cm, o que exigiria cuidados especiais se fossem feitas ligações de faixas.

Os pontos de apoio retirados das cartas topográficas 1:100.000 foi a solução encontrada pois não existiam cartas em escalas maiores e nem levantamentos anteriores que permitissem sua utilização. Devidos a esse apoio, erros menores que 30 m em posição horizontal, como é exigido pelo "United States National Map Accuracy Standards" para mapeamento na escala 1:100.000, não foram alcançados e nem tampouco eram esperados visto que as cartas utilizadas de Santa Maria da Vitória e Porto Novo, quando unidas, apresentavam deslocamentos dez vezes maior. Assim, os erros médios quadráticos de $\pm 83,79$ m em E e $\pm 92,54$ m em N, excederam os 30 m mas não tornaram inválido o processo adotado para adaptar as imagens nos equipamentos restituidores.

Da comparação do desenho final com as cartas topográficas verificou-se que as informações espaciais das imagens da câmara KFA-1000 podem contribuir para a atualização

do mapeamento sistemático, principalmente às regiões como a da área teste tratada neste trabalho, onde as cartas topográficas existentes estão desatualizadas há mais de duas décadas.

8. RECOMENDAÇÕES

O método de adaptar o formato de 30x30cm foi desenvolvido num equipamento restituidor analítico. Atualmente como os equipamentos analógicos ainda executam grande parte dos trabalhos cartográficos do país, sugere-se que o mesmo método seja verificado nestes aparelhos.

O procedimento proposto de adaptar as imagens aos equipamentos foi verificado, apesar dos erros planimétricos encontrados excederem o limite estabelecido, fato atribuído aos pontos de apoio terem sido derivados de cartas topográficas 1:100.000, pois a região não dispunha de material cartográfico que possibilitasse outra alternativa. Se o mesmo material cartográfico deve ser usado aconselha-se a pesquisa com o uso de controle com feições. Para melhores resultados, indicam-se trabalhos de campo, inclusive com a possibilidade de empregar o GPS, mas com objetivos de mapeamento e não de atualização das cartas topográficas pois de nada adiantariam bons métodos para atualizar cartas com erros como os encontrados de até 300 m.

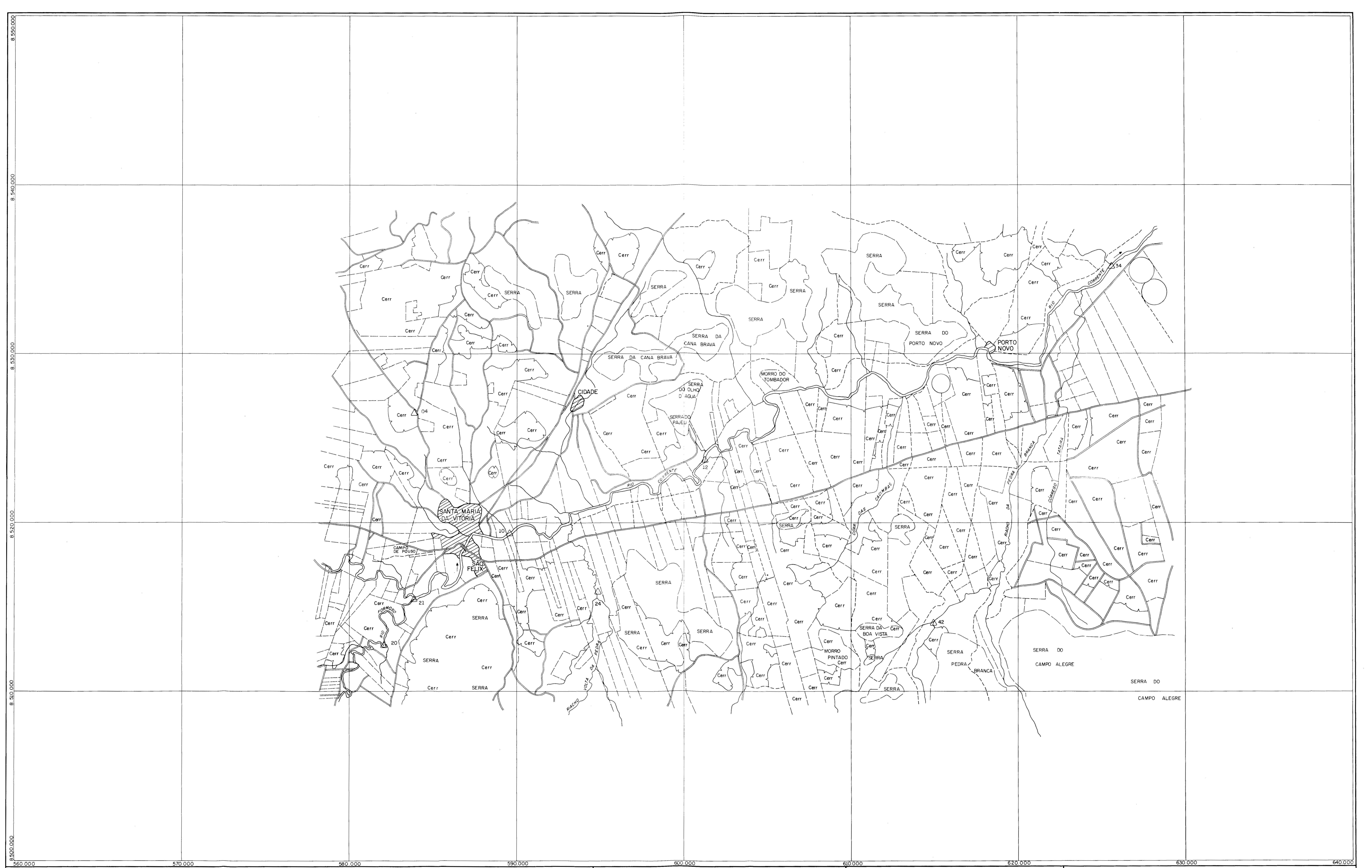
Neste trabalho a altimetria não foi tratada, mas recomenda-se que seja considerada em outras oportunidades, verificando-se os resultados para mapeamento.

Um caminho a ser seguido, no caso de uma aplicação prática, é a consideração de custos, regularidade da aquisição das imagens e a comparação dos resultados com os de outras imagens espaciais.

Como as imagens fornecem informações espaciais significativas para a atualização do mapeamento sistemático, recomenda-se que essas imagens sejam aplicadas a outros métodos de atualização.

A N E X O

Desenho final da área teste na escala 1:100.000



CONVENÇÕES

REDE VIÁRIA	PONTOS DE APOIO	LIMITES
——— ESTRADA	△ 10 PONTOS DE APOIO HORIZONTAL	- - - - - TALHÕES
- - - - - CAMINHO	HIDROGRAFIA	▭ CIDADES
OBRAS DE ARTE	~~~~~ CURSO D'ÁGUA	- - - - - SERRAS / MORROS
⌵ PONTE	VEGETAÇÃO	- - - - - CAMPO DE POUSO
○ PIVOS DE IRRIGAÇÃO	▭ Cerr CERRADO	

RESTITUIÇÃO PLANIMÉTRICA
 ESCALA 1: 100.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Sistema Geodésico Sul Americano de 1969

RESTITUIÇÃO EXECUTADA EM JULHO DE 1991, COM APARELHO RESTITUIDOR ANALÍTICO DE 19.º ORDEM, UTILIZANDO PAR DE FOTOGRAFIAS NA ESCALA 1:250.000, OBTIDAS EM JULHO DE 1988 E INTEGRANTES DO PROJETO RUSSO SOYUZKARTA.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
 SETOR DE TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
 CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, José Bittencourt de. Photogrammetric Refraction. Ohio, 1977. 117p. PhD Dissertation, The Ohio State University.
2. CINTRA, Jorge Pimentel. CAD, GIS, DBMS ou cartografia digital? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 15., 1991, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.] , 1991. V.2, p.343-348.
3. COLVOCORESSES, Alden P. Image resolutions for ERTS, Skylab and Gemini / Apollo. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church, v.38, n.1, p.33-35, January 1972.
4. DERENYI, Eugene E. Skylab in retrospect. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church, v.47, n. 4, p.495-499, April 1981.
5. _____; NEWTON, Laurence. Control extension utilizing Large Format Camera photography. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church, v. 53, n.5, p.495-499, May 1987.
6. DIETE, Norbert. From the balloon camera to the microprocessor - controlled LMK aerial survey camera system. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 16., 1988, Kyoto. *Anais...* Kyoto: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1988. V. 27, Commission VI, part B6, p.60-70
7. DOWMAN, Ian. The restitution of metric photography taken from space. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 16., 1988, Kyoto. *Anais...* Kyoto: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1988. V. 27, Commission II, part B2, p.491-500
8. DOYLE, Frederick J. Photographic systems for Appolo. *Photogrammetric Engineering*, Falls Church, v.36, n.10, p.1039-1044, October 1970.
9. _____. A Large Format Camera for Shuttle. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church, v.45, n.1, p.73-78, January 1979.
10. _____. The Large Format Camera on Shuttle mission 41G. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church, v.51, n.2, p.200, February 1985.
11. _____. Current applications of satellite data for topographic mapping. [s.l.:s.n.] , 1987.

12. _____. **Aerospace sensors for geographic information.**
(Trabalho apresentado no International Forum of Instrumentation and Geographical Information, Lyon, France, 1987).
13. _____. Remote sensing from space. Who has the ball?
Photogrammetric Reports, Stockholm, n.54, p. 1-9, April 1989.
14. ENGEL, H.; KONECNY, Gottfried; LOHMANN, P. et al.
Investigations of Metric Camera data quality.
In: INTERNATIONAL CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 15., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1984. V.25, Commission I, part A1, p. 64-69
15. EXPORT of space photoinformation. Moscou: Sojuzkarta, [198-].
16. IASCENCO, V.R. **O mapeamento na URSS.**(Trabalho apresentado no 14. CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, Gramado, 1989).
17. JACOBSEN, Karsten. Geometric aspects of the use of space photographs. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING COMMISSION 1, SYMPOSIUM, 1986, Stuttgart. **Proceedings...** Noordwijk: ESA Publications Division, 1986, p.427-432
18. JARDIM, Ariel Gonçalves. Uma nova imagem no mercado nacional. (Trabalho apresentado no SIMPOSIO DE CARTOGRAFIA - Ação integrada para o desenvolvimento, Curitiba 1989).
19. _____. BOGO, Antonio Carlos. Restituição experimental com o uso de imagens Sojuz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 14., 1989, Gramado. **Anais...** [s.l.: s.n.], 1989. V.1, p.33-36
20. KACZYNSKI, Romuald.; KONIECZNY, Jan. High resolution soviet space photographs for topographic mapping. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 16., 1988, Kyoto. **Anais...** Kyoto: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1988. V. 27, Commission II, part B2, p. 501-505.
21. KONECNY, Gottfried. The evaluation of Spacelab - 1 photogrammetric camera data. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING 15., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1984. V. 25, Commission I, part A1, p. 180 - 183A

22. _____; JACOBSEN, K.; LOHMANN, P. et al. Comparison of high resolution satellite imagery for mapping. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 16., 1988, Kyoto. **Anais...** Kyoto: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1988. V. 27, Supplement, part B9, p. 226-237
23. KRAEMER, Joachim. Map production and revision with satellite photographs taken by the MKF-6 camera and by the cameras KATE-140, KATE-200 and KFA-1000. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 16., 1988, Kyoto: **Anais...** Kyoto: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1988. V.27, Commission II, part B2, p. 506-512
24. LO, C.P. Comparative evaluation of the Large Format Camera, Metric Camera and Shuttle Imaging Radar - A data content. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Falls Church, v.54, n.6, part 1, p. 731-742, June 1988.
25. MALHOTRA, Roop.C. Potential of Large Format Camera Photography. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Falls Church, v.55, n.2, p. 183-189, February 1989.
26. MANUAL of photogrammetry. 4. ed. Falls Church: American Society of Photogrammetry , 1980. 1056p.
27. MANUAL of remote sensing. Falls Church: American Society of Photogrammetry, 1975. V.1, 867p. p.577-583
28. MENEGUETTE, Arlete Aparecida Correia. **Cartographic accuracy and information content of space imagery for digital map compilation and revision**. London, 1987. 464p. Tese de Doutorado - D.G. and Surveying, University College London.
29. _____. Atualização de cartas na escala 1:250.000 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 15., 1991. São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 1991. V.2, p. 331-342
30. NAITHANI, Krishna Kumar. Can satellite imagery ever replace aerial photography? A photogrammetric view. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 16., 1988, Kyoto. **Anais...** Kyoto: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1988. V. 27, Commission IV, part B4, p.274 - 279

31. NORTON, Claurence L.; SCHROEDER, Manfred; MOLLBERG, Bernard. The MC and LFC cameras. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, COMMISSION 1, SYMPOSIUM, 1986, Stuttgart. *Proceedings..* Noordwijk: ESA Publications Division, 1986, p.601-606
32. PISKULIN, V.A. *Relações exteriores da V/O "Sojuzkarta" da Direção Geral de Geodésia e Cartografia da URSS com os países estrangeiros.* (Trabalho apresentado no 14. CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, Gramado, 1989).
33. RENXIANG, Wang. Estimating photogrammetric precision and cartographic potential of space imagery. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, COMMISSION 1, SYMPOSIUM, 1986, Stuttgart. *Proceedings...* Noordwijk: ESA Publications Division, 1986, p.433-438
34. ROSENBERG, Paul. Resolution, detectability and recognizability. *Photogrammetric Engineering*, Falls Church, v.37, n.12, p.1255-1258, December 1971.
35. SABINS Jr., Floyd. F. *Remote sensing principles and interpretation.* 2. ed. New York: W.H. Freeman, 1986. 449p.
36. SALARIU, Ioan; TURDEANU, Lucian; SALARIU, Gheorghe. Space photograph stereoscopic plotting, using analogical methods. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR FOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 15., 1984, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: International Society Photogrammetry and Remote Sensing, 1984. V. 25, parte A4. Commission IV, p. 415-422
37. SCHROEDER, Manfred. Environmental conditions and calibration of the Spacelab - Metric Camera. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, COMMISSION 1, SYMPOSIUM, 1986, Stuttgart. *Proceedings...* Noordwijk: ESA Publications Division, 1986, p. 185-190
38. SILVA, Aluir da Cunha. O levantamento aero-espacial e seus reflexos. *Informativo Cocar.* Brasilia, n.2, p.3-12, fevereiro 1986.
39. TOGLIATTI, Giovanna. Some results of the Metric Camera (MC) mission - 1 on Spacelab. *Photogrammetria*, Amsterdam, v.41, p. 83-93, April 1987.
40. WILD Aviolyt BC 2. Heerbrugg: Wild, 1987.