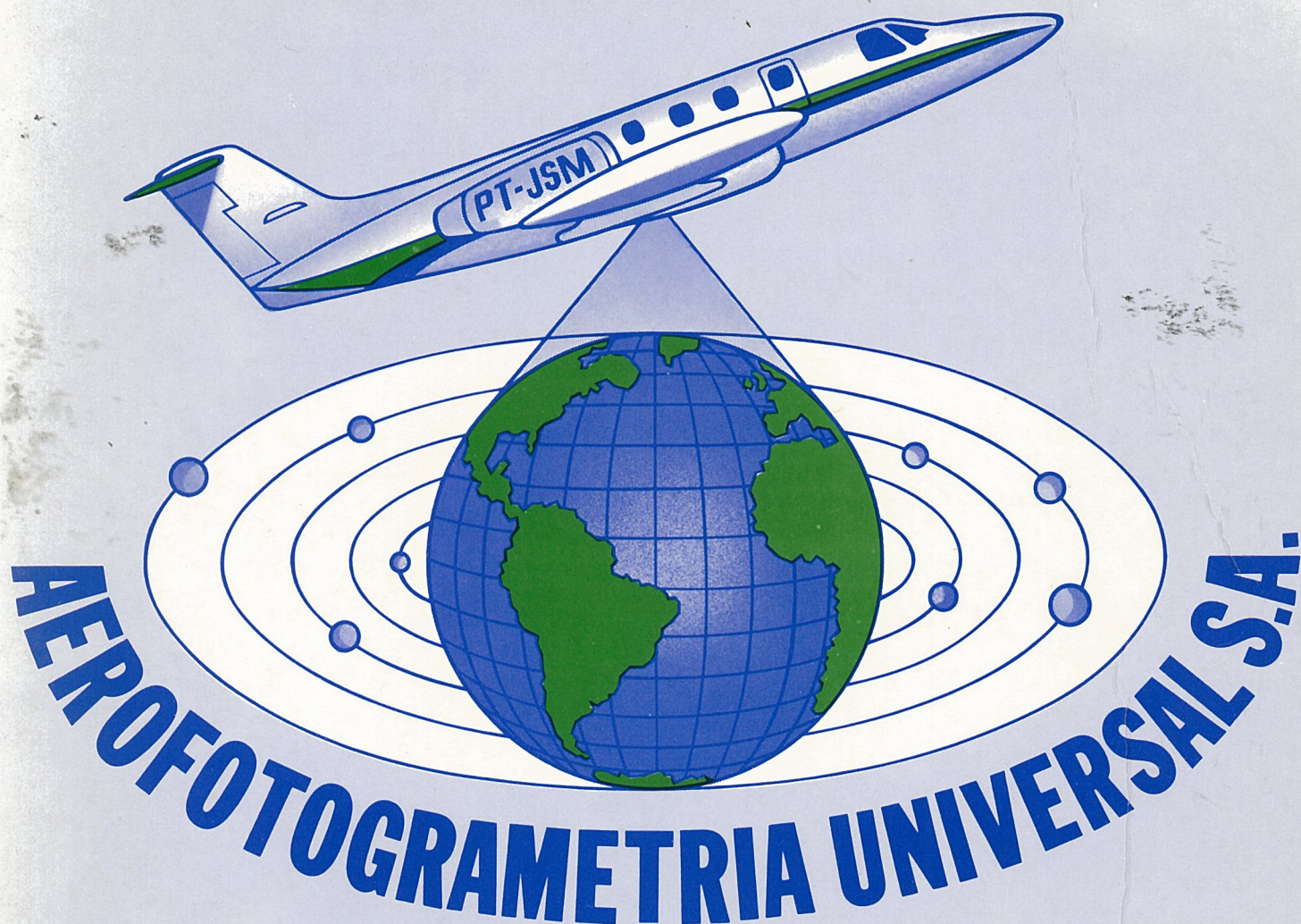
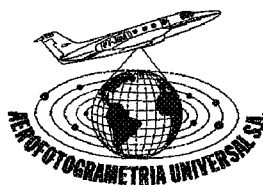




152 R

MINERAIS DO PARANÁ S/A
MINEROPAR

**AEROTRIANGULAÇÃO EM ÁREA APROXIMADA DE 53,7 KM²,
SITUADA NA REGIÃO DE ITAIACOCA-PR**



508 8
A 252 R

MINERAIS DO PARANÁ S/A
MINEROPAR
AEROTRIANGULAÇÃO EM ÁREA APROXIMADA DE 53,7 KM²,
SITUADA NA REGIÃO DE ITAIACOCA-PR



MINERAIS DO PARANÁ S/A MINEROPAR

RELATÓRIO COMPLEMENTAR DE AEROTRIANGULAÇÃO – ÁREA I

Licença do EMFA nº 048/97

SETEMBRO/97



SUMÁRIO

1.	Introdução.....	04
2.	Estereopreparação.....	04
3.	Medição Instrumental.....	06
4.	Processamento.....	06
5.	Componentes quantitativos do material de aerotriangulação	08
6.	Conclusão.....	09
6.	Anexos	10
	Anexo A – Esquema de aerotriangulação	
	Anexo B – Esquema de modelos e HV's	

Registro n. 693



Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
BIBLIOTECA

Reg. 693 Data 24. 10. 97



1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste na apresentação sintética durante a fase de preparação e ajustamento dos elementos fotogramétricos para a obtenção de um novo "arcabouço geodésico" através de uma nova aerotriangulação referente a uma área aproximada de 53,7 Km² a NE de Itaiacoca, doravante Área I, delimitadas pela **MINEROPAR - Minerais do Paraná S/A**.

Os bons resultados dos ajustes em blocos de aerotriangulações só serão obtidos se o planejamento e a distribuição dos pontos de apoio planialtimétrico tiverem sido feitos em perfeita concordância com o estudo da propagação dos erros em cada operação envolvido na aerotriangulação e em seu ajustamento.

Os trabalhos desenvolvidos têm como objetivo a execução de mapeamento planialtimétrico digital na escala 1:5.000.

2. ESTEREOPREPARAÇÃO

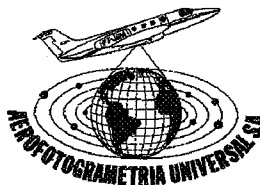
A aerotriangulação tem como objetivo básico a determinação de coordenadas dos pontos fotogramétricos no referencial geodésico.

Definidos os limites da área a ser mapeada na escala 1:5.000 procedeu-se em sistematizar o planejamento e a distribuição de pontos de apoio planialtimétrico baseando-se nas seguintes premissas :

- Os pontos de apoio planialtimétrico são detalhes fotogramétricos nítidos, afastados das encostas, livres de sombra e facilmente identificáveis no campo.
- Os pontos de apoio planialtimétrico são escolhidos no perímetro do bloco, distribuídos ao longo do eixo da faixa com a densificação máxima dos pontos a cada 4 (quatro) modelos, ou tecnicamente dizendo, a cada três aerobases. No sentido entre faixas são escolhidos na região de superposição lateral, um ponto a cada faixa. São também, escolhidos ao longo de linhas perpendiculares ao sentido do eixo de vôo, nas regiões de superposições lateral entre faixas evitando-se assim o efeito "charneira" - rotação entre as ligações de faixas.
- As coordenadas planimétricas foram determinadas pelo rastreamento de satélites artificiais do Sistema NAVSTAR-GPS, já referidas ao *Datum SAD-69 (South American Datum - 1969)* e altimetricamente referidas ao geoide do *Datum Vertical de Marégrafo de Imbituba*.

Os pontos de apoio planialtimétrico são fundamentais para garantir precisão planialtimétrica no ajustamento.

Também foram selecionados os pontos de apoio de verificação, que são escolhidos aleatoriamente no interior do bloco, e possuem a função de verificar a precisão da aerotriangulação. Estes pontos são considerados como pontos fotogramétricos no ajustamento, em que as suas coordenadas, calculadas



pela aerotriangulação, são comparadas com as coordenadas determinadas pela determinação de apoio terrestre. As discrepâncias fornecem uma avaliação da precisão do bloco aerotriangulado.

Nesta fase também foi observada a distribuição de pontos de ligação (pontos fotogramétricos) em número suficiente para a área, bem como definidos os modelos estereoscópicos necessários para cada uma das faixas.

Em seguida, com o auxílio de um estereoscópio de bolso, foram escolhidos os pontos de ligação entre modelos e de enlace de faixas, obedecendo os seguintes critérios abaixo :

- **Ligação entre Modelos Estereoscópicos** : Em cada diapositivo foi escolhido o local mais apropriado para distribuir três pontos na linha central e dentro da zona de superposição longitudinal. Se em alguns modelos a linha central coincidiu em áreas de difícil estereoscopia, por exemplo : matas, rios, encostas de morros, etc, pontos adicionais foram acrescentados para complementação do modelo.
- **Ligação entre Faixas** : Os pontos escolhidos na ligação entre faixas se encontram perfurados na linha média de superposição transversal das faixas, perfeitamente identificáveis nas faixas seguintes e procurou-se, sempre que possível, fazer os pontos de ligação de modelo serem coincidentes com os pontos de ligação de faixas para aumentar a precisão dos pontos fotogramétricos. Entre duas faixas existem, em média, três pontos de ligação por modelo, que com esta quantidade de pontos aumenta-se a segurança no caso de rejeição de alguns deles no processamento de aerotriangulação.
- **Centros de Projeção** : São pontos que definem a posição da câmera aérea no instante da tomada da foto. As suas coordenadas no referencial do espaço-imagem são determinadas por processos matemáticos. São fundamentais no ajustamento a fim de aumentar a rigidez geométrica na correção dos modelos.

Resultam-se, em média, em **05** (cinco) pontos de ligação por modelo.

A codificação dos pontos de ligação foi feita seqüencialmente, iniciando-se na parte superior e a esquerda da faixa.

A codificação é uma sistemática empregada para numeração dos diferentes pontos fotogramétricos definidos no bloco de aerotriangulação. Neste bloco empregou-se uma codificação composta de até seis dígitos, sendo que o primeiro dígito representa o tipo de ponto, onde :

- 2nn (até três dígitos) representam os pontos de apoio planialtimétrico
- 32nnn representa os pontos fotogramétricos de ligação de modelos
- 42nnn representa os pontos fotogramétricos de ligação de faixas e modelos.
- 700nnn representa os centros de projeção



Quando houver a necessidade de utilizar as “releituras” dos pontos na aerotriangulação, é duplicado o primeiro dígito antes da codificação dos pontos.

Definida a localização dos pontos, foram efetuadas as perfurações (marcas) nos diapositivos com o equipamento para transferência de pontos, da marca *Wild*, com o modelo *PUG IV*, cujo o aumento ótico do sistema binocular de observação deste equipamento pode variar de maneira contínua de 6x até 24x (permitindo transferência de pontos entre fotografias cujas escalas variem até 1:4). O diâmetro das agulhas utilizadas para a perfuração dos pontos nos diafilmes foi de 0,06 mm. A precisão na transferência dos pontos de ligação de faixas é fator de grande importância no resultado final da aerotriangulação.

Em seguida, todo o trabalho de preparação passou por uma última revisão, onde foram colocados em relevância a existência de pontos distribuídos em número suficiente, para que a rejeição de alguns deles no decorrer do ajustamento de aerotriangulação, não prejudicasse a estabilidade geométrica interior do bloco. Também foram revisadas as áreas limites, inclusão de pontos de controle bem como os modelos necessários para assegurar melhor rigidez nessas áreas.

3. MEDIÇÃO INSTRUMENTAL

Feita a preparação do bloco de fotografias, o trabalho prossegue com o uso do método estereoscópico para a leitura dos modelos nos aparelhos fotogramétricos analítico *Zeiss PlaniComp - C100*, onde os modelos fotogramétricos foram orientados relativamente por processos matemáticos, sendo que a orientação relativa foi dada como correta quando a média das paralaxes verticais fosse inferior a 10 micrômetros.

A leitura dos pontos fotogramétricos foi realizada após a formação do modelo estereoscópico, e os valores das coordenadas no referencial de modelo foram armazenadas em arquivos de formato ASCII em ambiente computacional. As coordenadas dos centros de projeção de cada modelo foram obtidas por ajustamento de observações na formação analítica dos modelos.

4. PROCESSAMENTO

Neste trabalho empregou-se o ajustamento simultâneo de modelos fotogramétricos,. Este método tem como observações as coordenadas de pontos no referencial instrumental do modelo, sendo que o modelo matemático fundamental adotado para a transformação de coordenadas é o conforme ou de similaridade no espaço.

Nos pontos de apoio planialtimétricos foram adotadas injunções posicionais de peso relativas e os valores mais prováveis das coordenadas dos pontos fotogramétricos são calculadas por ajustamento paramétrico com iterações.



O ajustamento do bloco de fotografias foi feito pelo programa de suporte técnico (software) *Aero*, sob a licença de uso da *TecnoMapa Ltda*, desenvolvido pelo Professor Msc. Edson Aparecido Mitishita, da Universidade Federal do Paraná (U.F.Pr).

A utilização de pré-processamento para a depuração de erros grosseiros nas observações fotogramétricas de um bloco a ser aerotriangulado é fator de primordial importância para o aumento de precisão dos resultados. Isto deve-se ao fato de que o ajustamento simultâneo das observações fotogramétricas, quando que na presença de erros grosseiros, apresenta a desvantagem de distribuir estes erros sobre as observações corretas, acarretando dificuldades na localização dos mesmos.

Neste trabalho foram empregados algoritmos matemáticos que depuram as observações fotogramétricas de uma maneira mais simplificada, como também utilizam-se de técnicas estatísticas, para facilitar a localização de eventuais erros grosseiros nas observações fotogramétricas.

A depuração de erros grosseiros foi dividida em 4 (quatro) etapas básicas :

- Depuração de erros grosseiros em pontos de ligação de modelos;
- Depuração de erros grosseiros em pontos de ligação de faixas;
- Depuração de erros grosseiros na numeração e codificação dos pontos fotogramétricos;
- Depuração de erros grosseiros nos pontos de apoio planialtimétrico.

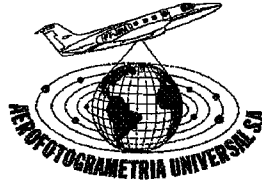
Após esta depuração as observações encontram-se praticamente livres de erros grosseiros, o que facilita o ajustamento simultâneo das observações e garante melhores resultados da aerotriangulação.

A partir desta depuração o bloco foi processado pelo método simultâneo de modelos independentes, sendo que o modelo matemático adotado para a transformação de coordenadas é o conforme ou de similaridade no espaço. Este modelo consiste na transformação entre dois espaços, ou seja, através de três rotações, três translações e um fator de escala, transformando as coordenadas de modelo para coordenadas geodésicas.

Tendo-se as coordenadas dos pontos fotogramétricos, pontos de apoio e centros de projeção, todos no referencial de modelo, o programa de ajustamento calcula simultaneamente os parâmetros de transformação para cada modelo e as coordenadas geodésicas ajustadas dos pontos fototriangulados, bem como os resíduos dos pontos de controle e fotogramétricos.

Nos pontos de apoio planialtimétrico foram adotadas injunções posicionais de peso relativas e os valores mais prováveis das coordenadas dos pontos fotogramétricos são calculadas por ajustamento paramétrico com iterações.

Para verificar a qualidade do bloco aerotriangulado, foi realizado um teste nos resíduos dos pontos de apoio empregados no ajustamento simultâneo.



Os pontos de apoio planialtimétrico e altimétricos devem estar dentro dos valores limites, conforme formulário de verificação planialtimétrica e altimétrica apresentado a seguir :

• Verificação Planimétrica

$$T_{xy} = V (dx^2 + dy^2) \leq 50 \mu \text{ na escala da foto}$$

O vetor resultante das discrepâncias planialtimétricas de pontos de apoio empregados no ajustamento deve ser menor ou igual a um valor limite igual a 0,050 mm na escala da foto.

Neste trabalho tem-se dois blocos com escala da foto igual a 25.000, onde o limite do erro planimétrico é igual a 1,25 m.

• Verificação Altimétrica

$$T_z = dz \leq 30 \mu \text{ na escala da foto}$$

A discrepância altimétrica dos pontos de apoio empregados no ajustamento deve ser menor ou igual a um valor limite igual a 0,030 mm na escala da foto.

Neste trabalho tem-se um bloco com escala da foto igual a 25.000, onde o limite do erro altimétrico é igual a 0,75 m.

5. COMPONENTES QUANTITATIVOS DO MATERIAL DE AEROTRIANGULAÇÃO

	ÁREA I
a) Número de faixas	02
b) Número de modelos	14
c) Número de pontos fotogramétricos de ligação entre modelos e de enlace	109
d) Número de centros de projeção	16
e) Total de pontos de apoio planialtimétrico	11



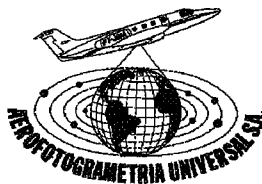
6. CONCLUSÃO

Com esta nova aerotriangulação da Área I, comparamos as coordenadas ajustadas dos pontos fotogramétricos e de apoio com a aerotriangulação feita anteriormente e constatamos que os modelos de restituição relacionados abaixo:

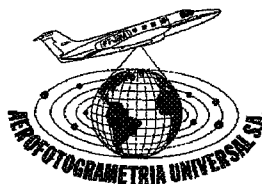
- MI022021
- MI022324
- MI010910 e
- MI010809

Em que era necessário de efetuar novamente a restituição destes modelos.

Com este novo material da restituição e os outros modelos restituídos foram novamente contados as folhas e gerados os novos produtos finais da Área I.

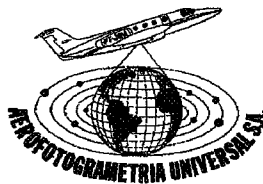


ANEXOS



ANEXO A – Esquema de Aerotriangulação





ANEXO B – Esquema de Modelos e HV's



ESQUEMA DE MODELOS HVS - MINEROPAR



