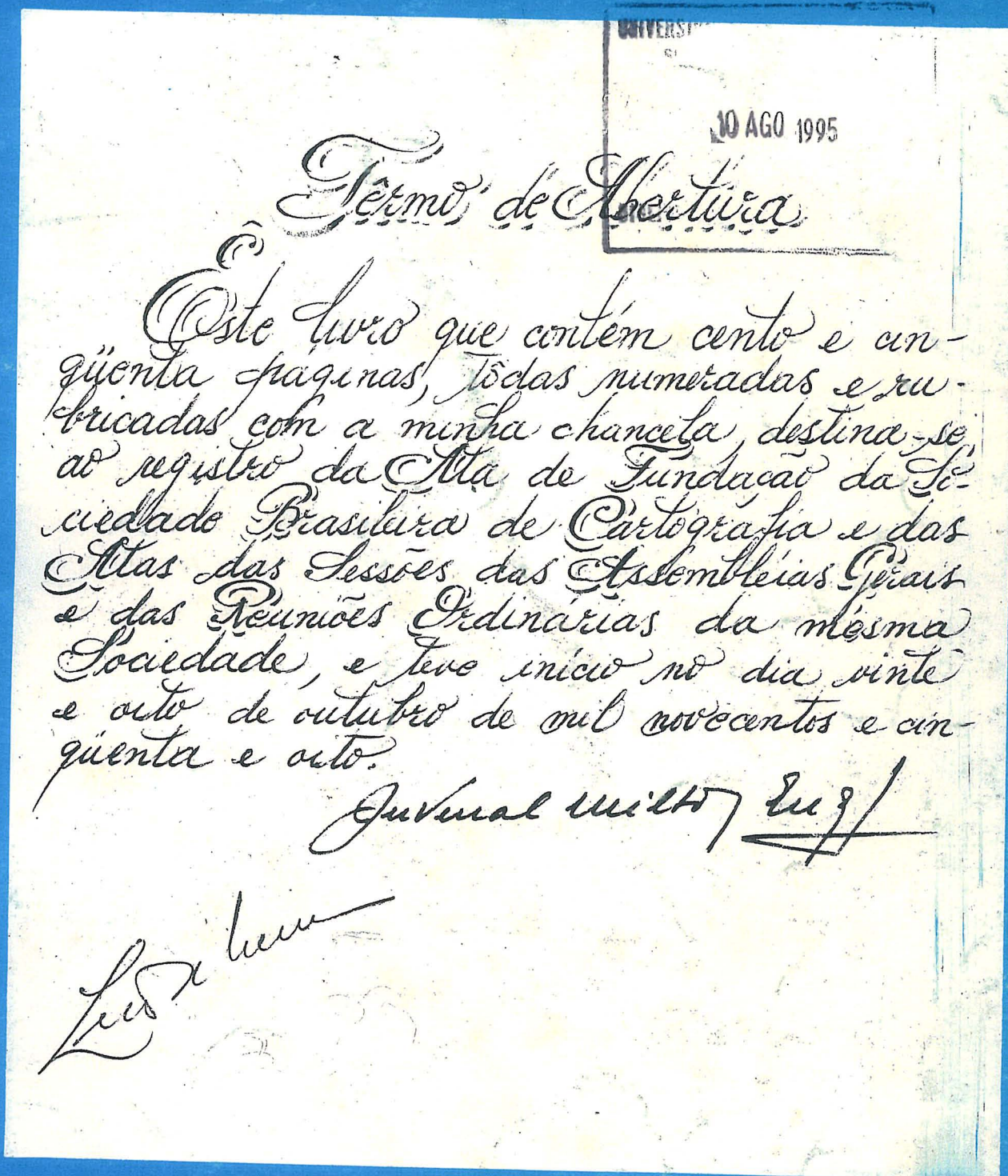


revista brasileira de

# CARTOGRAFIA

Nº 43 - JANEIRO DE 1989



## *Termo de Abertura*

Este livro que contém cento e cinquenta páginas, todas numeradas e rubricadas com a minha chancela, destina-se ao registro da Ata de Fundação da Sociedade Brasileira de Cartografia e das Atas das Sessões das Assembleias Gerais e das Reuniões Ordinárias da mesma Sociedade, e teve início no dia vinte e oito de outubro de mil novecentos e cinquenta e oito.

*Juvinal Milton de Souza*

*Luis...*

S B C

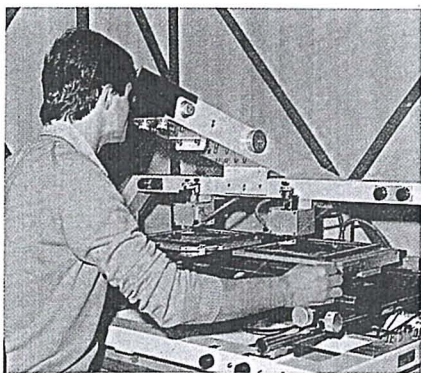
comemora 30 anos de sua fundação



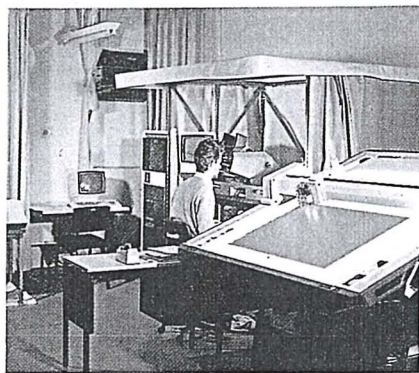


# AEROSUL S.A.

Av. Rep. Argentina 3741  
Curitiba - Paraná  
Cep. 80.000 Fone: 041 - 246-2011  
Telex 041 5228



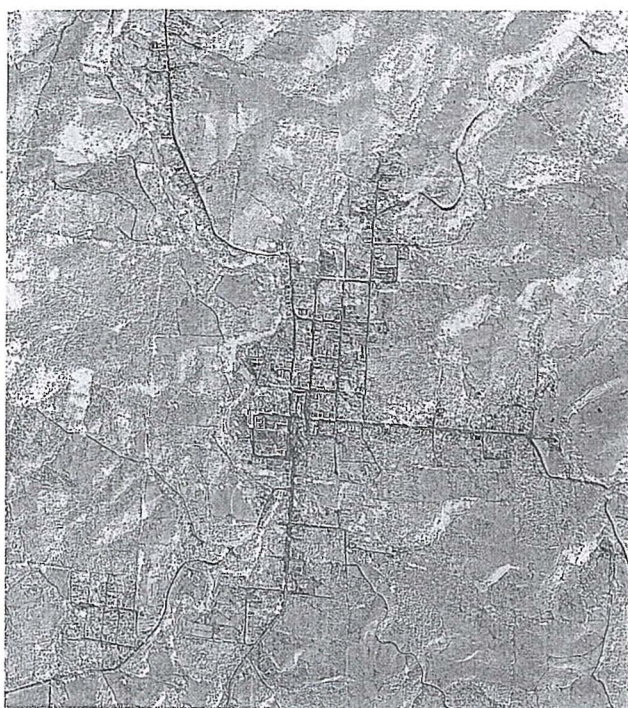
RESTITUIÇÃO DIGITAL



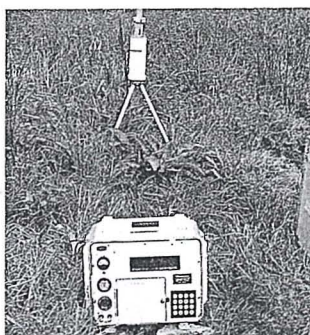
FOTOGRAMETRIA ANALÍTICA



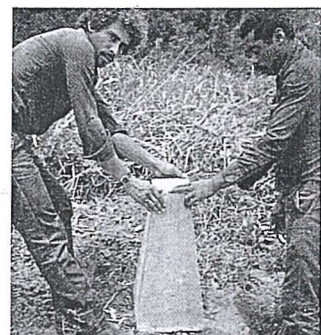
COBERTURAS AÉREAS



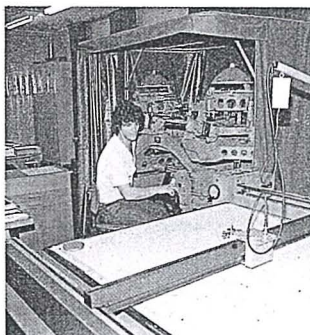
COBERTURAS AÉREAS COLORIDAS  
BRANCO E PRETO E INFRAVERMELHO



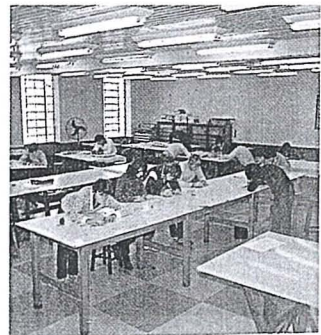
RASTREAMENTO  
DO PLLER



REGULARIZAÇÃO  
RUNDIARIA



RESTITUIÇÃO  
CONVENCIONAL



DESENHOS E  
GRAVAÇÕES

**TECNOLOGIA DE PONTA EM  
CARTOGRAFIA E S. REMOTO**



Trinta anos são passados desde que, em 28 de outubro de 1958, durante a 1ª Reunião de Consulta de Cartografia, realizada na cidade de São Paulo, foi sugerida e aclamada a fundação de uma sociedade brasileira de cartografia.

Arrostando todas as dificuldades de uma nóbél instituição, destacadamente, quanto ao espaço físico de que não dispunha para suas atividades, manteve-se, bravamente, atuante, mercê da pertinácia de seus primeiros presidentes, configurada na ingente dedicação e no denodado esforço para consolidar sua existência e promover a frutificação de suas realizações, predicados reconhecidos e apoiados pelas instituições cartográficas a que pertenciam, a ponto de conceder-lhes a generosidade do uso de suas instalações e seu inestimável apoio administrativo.

Somente em 1973, conseguiu a SBC, graças à altruística colaboração das instituições do setor privado - instalar sua sede própria, sobriamente acomodada em duas salas, na rua México, 41, no centro do Rio de Janeiro.

De 84 até esta data, usando economias de congressos nacionais e internacional e, uma vez mais, usufruindo da boa vontade de alguns de, seus sócios mantenedores, a SBC adquiriu a nova Sede-Rio, à Av. Pres. Wilson, 210 - 7º andar, e a sede da Regional Centro-Oeste, na cobertura do Edifício Venâncio V, no centro de Brasília.

Ao comemorarmos, este ano, o trigésimo aniversário da nossa SBC, no aconchegante auditório da sua sede, no Rio de Janeiro, a comunidade cartográfica brasileira, não apenas rejubila-se com o significado da efeméride, mas exulta de alegria com a permanência, entre nós, da excelsa figura do proponente da criação da sociedade, do mais ilustre de seus fundadores e do nosso primeiro Presidente, eleito por aclamação, na mencionada reunião de São Paulo - o Gen. Luiz Eugênio de Freitas Abreu, para quem formulamos calorosos votos de uma existência ainda muito longa.

Sucederam o Gen. Abreu, na presidência de nossa Sociedade, o Cel. Sebastião da Silva Furtado, o signatário desta mensagem, o Altmte. Alberto dos Santos Franco, o Dr. Gilvandro Simas Pereira, o Gen. Aristides Barreto, o Gen. Moysés Castello Branco Filho, o Cel. Newton Câmara, o Dr. Genaro Araújo da Rocha, o Cel. Ney Fonseca, o Dr. Ivanof Lucarevschi e o Dr. Paulo Cesar Teixeira Trino.

Nossa alegria, no dia 28 de outubro próximo passado, multiplicou-se por contarmos na singela cerimônia de comemoração do trigésimo aniversário da SBC, realizada no auditório de sua sede - com a presença do Cel. Newton Câmara, do Dr. Genaro Araújo da Rocha, do Cel. Ney Fonseca, do Dr. Cláudio Ivanof e do Dr. Paulo Cesar Trino.

Afastaram-se do nosso convívio, mas não de nossas lembranças, o Cel. Sebastião Furtado, o Dr. Gilvandro Pereira, o Gen. Aristides Barreto e o Gen. Castello Branco, em memória dos quais, registramos, aqui, o nosso preito de saudades.

À 1ª Reunião de Consulta, seguiram-se a 2ª e a 3ª, como preparativos para o início da série de Congressos Brasileiros de Cartografia, que se vêm sucedendo, com a periodicidade de 2 anos, sem solução de continuidade, desde 1963.

Emanaram destes Congressos importantes recomendações, culminando com a da criação dos cursos de Engenharia Cartográfica no País.

No âmbito internacional, a SBC, em 1968, propôs e foi aprovada, por unanimidade, a introdução do Sensoriamento Remoto na então Sociedade Internacional de Fotogrametria, hoje, Sociedade Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. Responsabilizou-se por três grupos de trabalho naquela sociedade internacional, participou, por 3 gestões, da sua Diretoria, conquistou o XV Congresso Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto para o Brasil, em 1984, e vem, uma vez mais, de obter duas vitórias na Assembléia Geral daquela Sociedade: a responsabilidade pela Comissão de Aquisição de Dados Primários, sob a presidência de Dr. Marcio Nogueira Barbosa, com o compromisso de realizar no Brasil, um Simpósio Internacional sobre o tema da referida Comissão; e uma posição na Comissão de Finanças, na pessoa do Engº. Paulo Cesar Trino.

Muito me desvanece ter o destino e a confiança dos meus colegas e amigos da Comunidade Cartográfica Brasileira conduzido-me à Presidência da SBC neste ano em que comemoramos tão expressivo aniversário da nossa querida Sociedade Brasileira de Cartografia.

Muito Obrigado a todos.  
Placidino Fagundes  
Presidente



*Diretoria-Executiva*

*Presidente*

*Prof. Placidino Machado Fagundes*  
*Vice-Presidente para Assuntos Técnico-Científicos*  
*Prof. Iris Pereira Escobar*  
*Vice-Presidente para Assuntos Internacionais*  
*Engº Herbert Erwes*  
*Vice-Presidente para Assuntos Regionais e Estaduais*  
*Engº Cândido de Souza Botafogo Neto*  
*Vice-Presidente de Administração e Finanças*  
*Engº Abel Silva*  
*Secretário Geral*  
*Engº Ney Cypriani Santin*

*Diretores Regionais*

*Região Sul*

*Dr. José Bittencourt de Andrade*

*Região Sudeste*

*Engº Vanderley Monteiro de Almeida*

*Região Centro-Oeste*

*Engº Silvino Olegário de Carvalho Neto*

*Região Nordeste*

*Prof. Tarcísio Ferreira Silva*

*Coordenadores de Núcleos*

*Núcleo Porto Alegre - RS*

*Engº Sérgio Gilberto Bottini*

*Núcleo Belo Horizonte - MG*

*Engº David Márcio Santos Rodrigues*

*Conselho Deliberativo*

*Titulares*

*Engº Marcio Nogueira Barbosa*

*Sr. Geraldo Bender*

*Engº Marcelo Carvalho dos Santos*

*Com. Paulo Roberto da Silveira Fetal*

*Engº Jorge Luiz Filho*

*Engº Marco Antonio Gonçalves Bompert*

*Engº José Carlos Guimarães*

*Geol. Cêlio Lima de Macedo*

*Engº Antonio Ferreira Antunes*

*Suplentes*

*Engº Nei Erling*

*Engº Leonardo Castro de Oliveira*

*Profª Ana Maria Coutinho*

*Conselho Fiscal*

*Titulares*

*Sr. Abraham Kok*

*Engº Antonio Carlos Barbosa Gomes*

*Engº Nelson da Silva Campos*

*Suplentes*

*Engº Lécio Passos Narciso*

*Econ. Abílio Fernando Quelhas de Oliveira*

*Engº Eliane Alves da Silva*

*Comissões Técnicas*

*Comissão I - Fotogrametria*

*Prof. João Bosco Lugnani*

*Comissão II - Astronomia, Geodésia e Topografia*

*Prof. Denizar Blitzkow*

*Comissão III - Fotointerpretação*

*Geógrafa Angelina Maria Parente Dalém*

*Comissão IV - Sensoriamento Remoto*

*Engº Paulo Roberto Martins Serra*

*Comissão V - Cartografia Topográfica, Temática e Especial*

*Engº Claudio Ivanof Lucarevski*

*Comissão VI - Ensino e Formação Profissional*

*Engº Paulo Marcio Leal de Menezes*

*Comissão VII - Hidrografia*

*Engº Fernando de Araújo Coutinho Amadeo*

*Comissão VIII - Sistemas de Informações*

*Geoambientais*

*Engº Fernando Rodrigues de Carvalho*

*Conselho de Editoração*

*Engº Claudio Ivanof Lucarevski*

*Engº Genaro Araujo da Rocha*

*Engº Placidino Machado Fagundes*

Editorial da Presidência	3
Dia do Cartógrafo	6
Arquivo Gráfico - Consolidação	10
Noticiário das Universidades	12
Necessidade e Expectativas do Engenheiro Cartógrafo	19
Geoprocessamento no Planejamento Metropolitano	24
Ortofoto	32
Aplicações Matriciais em Óptica Geométrica	37
Aplicações das Imagens de Satélites no Mapeamento Cadastral	44
Aerofotogrametria: Simplicidade, Qualidade e Precisão	48
Uma Metodologia para Atualização Planimétrica de Cartas a partir de Imagens Satélites	63
Preito de Saudade	67
Notícias da ABEC	68
Notícias do INPE	70
Noticiário da ANEA	74
Noticiário do IBGE	78
Índice Comercial	82

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA  
GEODÉSIA, FOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO  
Av. Presidente Wilson, 210 — CEP 20030 — Tel.: 240-6901 RJ

*Composto no ICA - Instituto de Cartografia Aeronáutica*  
*Impresso na 5ª DL da Diretoria de Serviço Geográfico.*



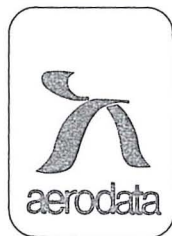
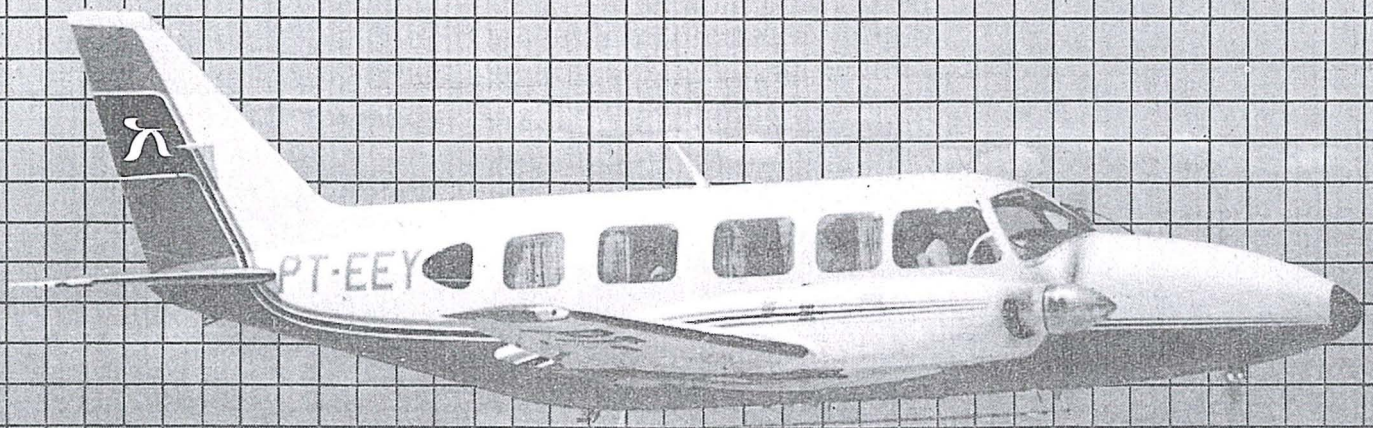
# **Aerodata. Para quem quer a certeza de um trabalho perfeito.**

Em pouco mais de dez anos, a Aerodata já executou mais de 80 projetos na área de sua especialização, a Cartografia, abrangendo cerca de 30 milhões de hectares. Sua atuação estendeu-se pelos mais diversos ramos da engenharia, fornecendo subsídios fundamentais à execução de projetos rodoviários, ferroviários, de barragens, de irrigação e drenagem, de portos ou de regularização fundiária.

Buscando permanentemente as técnicas mais avançadas e os equipamentos mais modernos, a Aerodata praticamente traz o campo para o escritório, reduzindo sensivelmente a imponderabilidade das ocorrências do trabalho "in loco".

E isso tem lhe permitido conjugar as técnicas mais adequadas ao menor custo, graças a um bem estruturado corpo técnico e administrativo formado por quase 300 funcionários.

Quando precisar de levantamentos aerofotogramétricos de grande precisão e alta confiabilidade, consulte a Aerodata. Vale a pena buscar a perfeição.



Rua Alfredo Pinto n.º 3305  
Caixa Postal 391  
Fone (041) 282-5222  
83.100 – São José dos Pinhais – PR



# *Dia do Cartógrafo*

## *Solenidade da Ordem do Mérito Cartográfico*

Pelo sexto ano consecutivo realiza-se — e a data não poderia ser mais apropriada — a solenidade de outorga da Ordem do Mérito Cartográfico. Instituída em 1970, com o fito de premiar os cartógrafos que tenham prestado notáveis serviços à Cartografia, ao País, ou que se hajam distinguido no exercício de sua profissão; os cidadãos, civis e militares, estrangeiros, que tenham se tornado credores da Nação brasileira e, em particular, da sua cartografia, assim como os cidadãos brasileiros ou estrangeiros e as organizações especializadas que tenham prestado relevantes serviços à cartografia brasileira, em geral, ou à Sociedade Brasileira de Cartografia.

Contribuiu, decisivamente, para o êxito da solenidade, o fato de a mesma ter-se realizado, novamente, nas amplas e confortáveis instalações da sede do III Comando aéreo regional, no Rio de Janeiro; originalmente, prevista para ter lugar ao ar livre, devido ao mau tempo reinante, foi a mesma realizada no hangar principal, fato que não diminuiu, em absoluto, o desenvolvimento nem o brilho da festa.

Seguindo o roteiro programado, a partir das 9 horas foram recepcionados autoridades, agraciados e convidados e, pontualmente, às 10 horas, foram recepcionados, com os toques e com honras militares oficiais, os Excelentíssimos Senhores Ten Brig do Ar Paulo Roberto Coutinho Camarinha, Ministro-Chefe do Estado-Maior das Forças Armadas, que seria agraciado com o Grau de Grã-Cruz, e o Excelentíssimo Senhor Dr. Luiz Henrique da Silveira, Ministro da Ciência e Tecnologia e Presidente de Honra da solenidade de outorga da Ordem do Mérito Cartográfico.

Logo após a formação do dis-

positivo pelas autoridades e pelos agraciados, o Exm<sup>o</sup> Sr. Ministro da Ciência e Tecnologia abriu a solenidade, convidando o Presidente da SBC para usar a palavra. O Prof. Placidino Machado Fagundes, Grão-Mestre da Ordem do Mérito Cartográfico, após as referências de estilo às autoridades presentes, saudou os agraciados proferindo a alocução a seguir transcrita:

Exmo. Sr.

Dr. Luiz Henrique da Silveira  
DD. Ministro do Estado da Ciência e Tecnologia e Presidente de Honra desta Solenidade

Exmo. Sr.

Ten. Brig. Ar Paulo Roberto Coutinho Camarinha

DD. Ministro de Estado Chefe do Estado Maior das Forças Armadas  
Exmos Senhores Oficiais Gerais  
Demais Autoridades Civis e Militares presentes

Minhas Senhoras - meus senhores  
Presados colegas, Caros amigos,

“Ordens do mérito, para testemunhar o reconhecimento de agregações sociais a personalidades que, por seus atos suas ações ou suas atitudes, têm contribuído, de forma significativa para o progresso da humanidade, na busca incessante de uma condição societária que conduza ao bem estar e à felicidade de todos os habitantes da terra, vêm sendo institucionalizadas há quase um milênio.

A Ordem de Malta, a mais antiga das ordens, criada em 1099, é, até hoje, reconhecida como Soberana, inclusive pelo Brasil que junto a ela mantém um Embaixador.

Desde então, muitas outras foram fundadas, algumas desaparecidas, outras que ainda sobrevivem, tais como a Ordem de Cristo, fundada em Portu-

gal, em 1319, a dos Serafins, criada na Suécia, em 1334, a da jarreteira, fundada, em 1348, por Eduardo III, Na Inglaterra, a do Velocino de Ouro, instituída na Espanha, em 1429, a do Elefante, fundada pelo Rei Constantino I, em 1548, na Dinamarca, e a “Legion d’Honneur” inaugurada pelo Imperador Napoleão I, em 1804.

A humanidade vem se beneficiando da cartografia, muito antes de, pela vez primeira, ter sido usado o vocábulo pelo lusitano Visconde de Santarem - em missiva dirigida ao brasileiro Francisco Varnhagen, em 8 de dezembro de 1839 - e não se apercebera da relevância de sua participação no processo de expansão dos horizontes dos povos civilizados, a ponto de consignar-lhe um meio de reverenciar aqueles que abraçaram a discreta profissão de produzir cartas.

As grandes descobertas de novas terras, as obras e empreendimentos que se propõem a proporcionar um viver feliz para todo o ser humano e a própria conquista do espaço exterior e conhecimento de outros corpos celestes, não prescindiram, e cada vez menos prescindirão, da Cartografia, na mais ampla abrangência de sua expressão “lato sensu”.

Não poderia, por conseguinte, uma instituição como a Sociedade Brasileira de Cartografia, que se propõem a pugnar pelo desenvolvimento, a afirmação e o prestígio da ciência, da técnica e da arte cartográficas, omitir-se em manifestar sua gratidão, não apenas àqueles que a este ramo da Engenharia emprestaram o concurso de sua privilegiada inteligência, na pesquisa de novos métodos, procedimentos e processos de aquisição de dados e sua utilização na elaboração e preparação de cartas, ou àqueles que, com dignidade,



competência e aplicação puzeram em prática os resultados dessas pesquisas, mas também àqueles destacados vultos do cenário nacional que contribuíram ou estão contribuindo para a consolidação e o reconhecimento da Cartografia como embasamento de todos os empreendimentos que visem à consecução do progresso da nação brasileira e à felicidade de todos os seus cidadãos.

A Sociedade Brasileira de Cartografia, buscava uma forma de concretizar esta meta quando lhe foi sugerida pelo Eng<sup>o</sup> Paulo Cesar Teixeira Trino a criação da Ordem do Mérito Cartográfico, fundamentada em princípios o mais possível assemelhados àqueles adotados pelas mais prestigiosas ordens existentes no mundo civilizado.

Nesta data em que comemoramos o Dia do Cartógrafo, por ter sido, neste mesmo dia, no ano de 1500, que Mestre João realizou o primeiro feito Cartográfico em nossa pátria, estamos aqui reunidos para dizer, de forma singela mas, muito sincera, que os ilustres agraciados de hoje com a Ordem do Mérito Cartográfico, são merecedores dos encômios e da profunda gratidão da Comunidade Cartográfica Brasileira, em geral, e da Sociedade Brasileira de Cartografia, em particular, expressados na outorga de dignidades e comendas às destacadas personalidades que estão sendo aqui homenageadas, na simplicidade desta cerimônia que estamos convictos há de transcorrer tão agradável quanto planejamos e desejamos.

Nossos cumprimentos aos seletos agraciados e nosso profundo agradecimento a todos que nos honram com suas presenças nesta festa da Cartografia Brasileira.

Muito Obrigado

Ao término da oração, o presidente da SBC, secundado pelo primeiro presidente da entidade Gen Luiz Eugênio de Freitas Abreu e por outro ex-presidente, Cel Eng<sup>o</sup> Ney da Fonseca, deu início à entrega de medalhas, insígnias e dignidades aos agraciados, sob os acordes de marchas militares executadas pela Banda de Música da Base Aérea do Galeão.

Seguindo sequência dos Graus, foram agraciados com a OMC as seguintes personalidades:

No Grau de Grã-Cruz:

- . Exm<sup>o</sup> Sr. Ten Brig Ar Paulo Roberto Coutinho Camarinha
- . Eng<sup>o</sup> Paulo Cesar Teixeira Trino (Promoção)

Instituição Especializada:

- . Universidade Federal do Paraná - UFPr (Dignidade recebida pelo seu representante Prof. Ronaldo Mayrhofer)

No Grau de Grande Oficial:

- . Exm<sup>o</sup> Sr. Vice-Alm Edson Ferracciú
- . Exm<sup>o</sup> Sr. Maj Brig Ar Ivan Moacyr da Frota
- . Prof. Dr. Camil Gemael (Promoção - representado pelo Prof. Ronaldo Mayrhofer)
- . Eng<sup>o</sup> Silvio Vilar Guedes (Promoção)

No Grau de Comendador:

- . Brig Eng<sup>o</sup> Olavo Duncan de Miranda Rodrigues
- . Contra-Alm Paulo Cesar de Aguiar Adrião (representado pelo CMG - Fernando Manoel Fontes Diegues)
- . Prof. Dr. José Bittencourt de Andrade (Promoção)
- . Cel Eng<sup>o</sup> Newton Câmara (Promoção)
- . Cel Eng<sup>o</sup> Fernando Rodrigues de Carvalho (Promoção)
- . Dr. Márcio Nogueira Barbosa (Promoção)

No Grau de Oficial

- . Eng<sup>o</sup> Antonio Carlos Barbosa Gomes (Promoção)
- . Eng<sup>o</sup> Hanns Juergen Carl von Studnitz (Promoção)
- . Cel Eng<sup>o</sup> Helio Borges Sobrinho (Promoção)
- . Eng<sup>o</sup> José Roberto Duque Novaes (Promoção)
- . Cel Eng<sup>o</sup> Marcis Gualberto Mendonça (Promoção - representado pelo Cel Walter da Silva Prado)
- . Eng<sup>o</sup> Nelson da Silva Campos (Promoção)
- . Cel Eng<sup>o</sup> Norival dos Santos Junior
- . Eng<sup>o</sup> Paulo Eurico de Mello Tava-

res (Promoção)

No Grau de Cavaleiro:

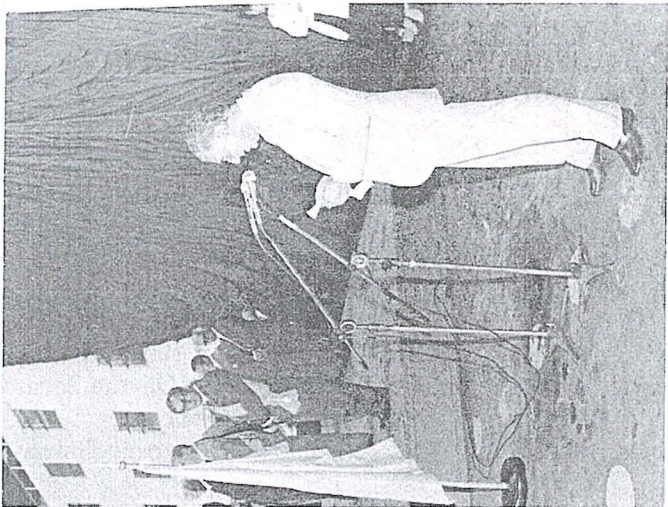
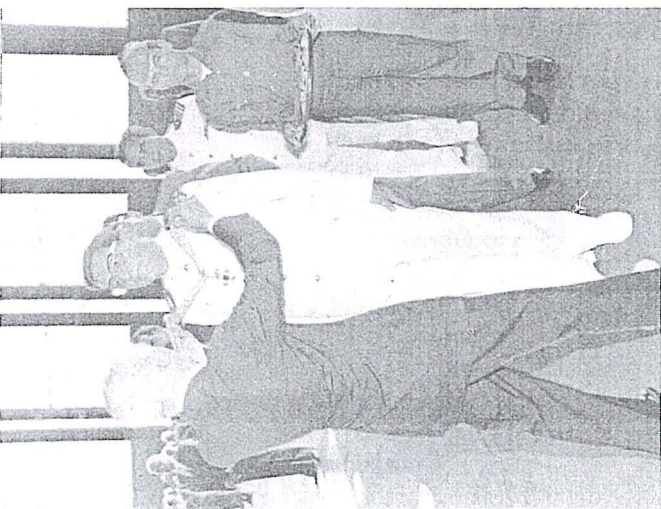
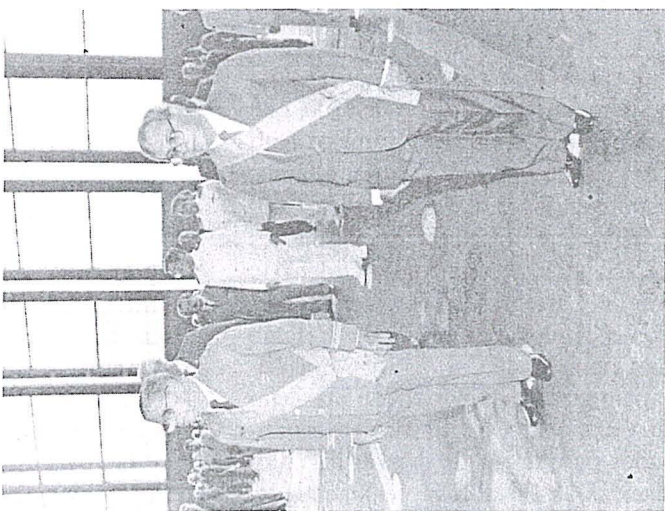
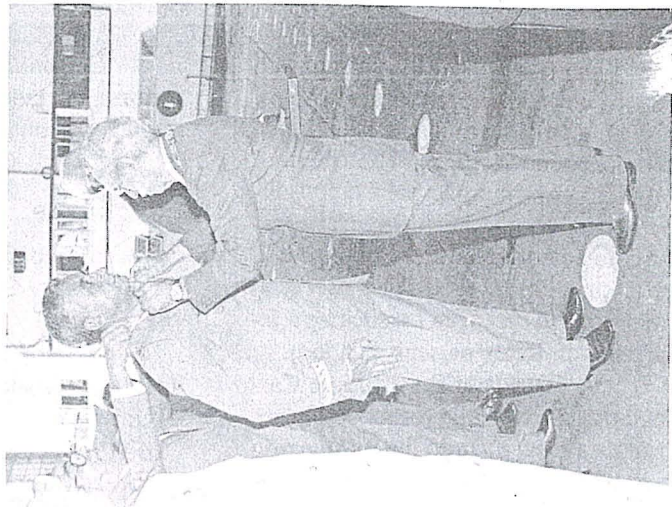
- . Eng<sup>o</sup> Antonio Carlos Bogo
- . Cap Eng<sup>o</sup> Antonio José Rocha Luzardo
- . Geol. Antonio Lagarde
- . Eng<sup>o</sup> Ayrton Wolff Junior
- . Eng<sup>o</sup> Cândido de Souza Botafogo Neto
- . Cel Eng<sup>o</sup> Claudio de Oliveira Souza
- . Eng<sup>o</sup> Edson Mitshita
- . Sr. Fernando José Sampaio Guimarães
- . Geol. Hubertus Colpaert Filho
- . Eng<sup>o</sup> Jorge Birchall
- . Sr. Júlio Cesar Baldomero
- . Eng<sup>o</sup> Mario Costa Galvão
- . Eng<sup>o</sup> Paulo Roberto Martins Serra
- . Eng<sup>o</sup> Roberto de Freitas Vidal
- . Prof. Dr. Tarcísio Ferreira Silva
- . Eng<sup>o</sup> Tarciso Gonçalves de Oliveira

Antes do encerramento da solenidade que primou pela sobriedade e imponência, usou a palavra o Exm<sup>o</sup> Sr. Dr. Luiz Henrique da Silveira, Ministro da Ciência e Tecnologia que proferiu, de improviso, uma expressiva oração sobre a cartografia, sua importância para o desenvolvimento nacional, assim como projetou os seus excepcionais méritos como ciência e arte.

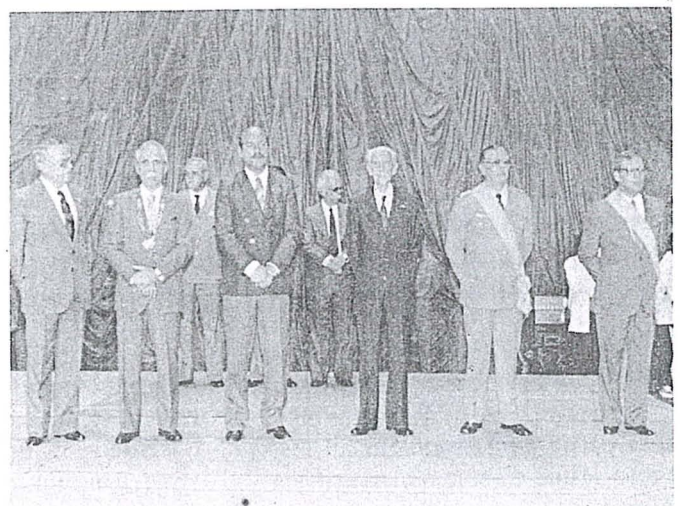
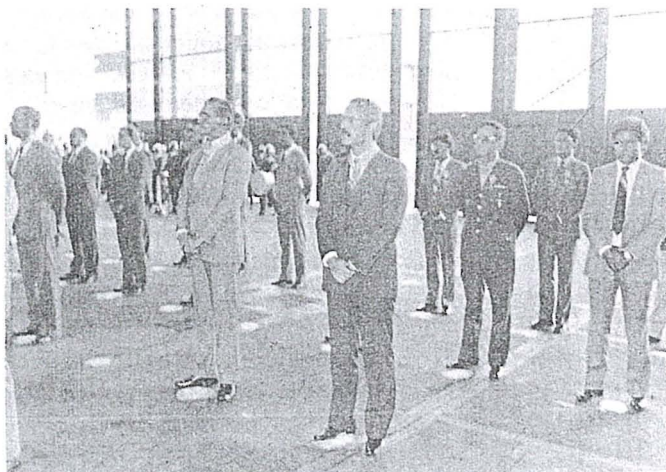
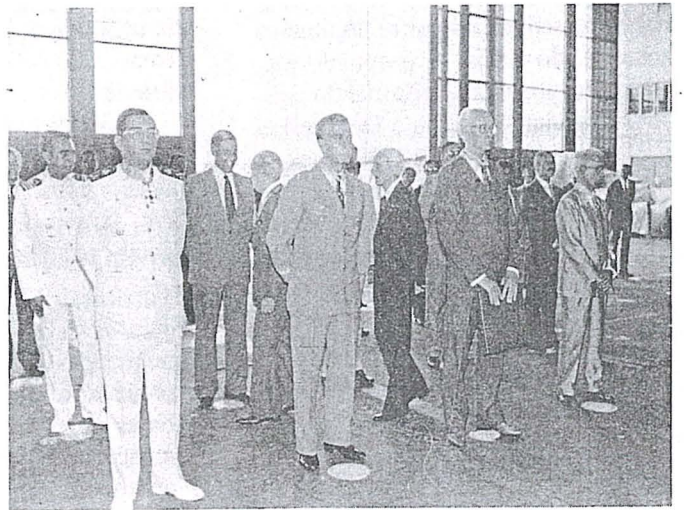
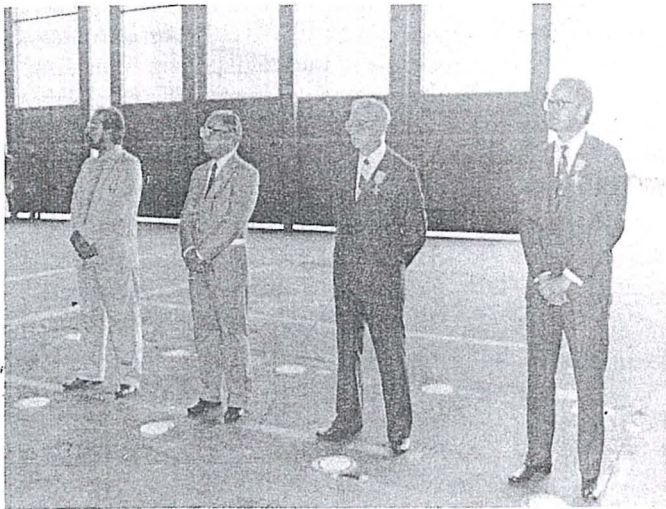
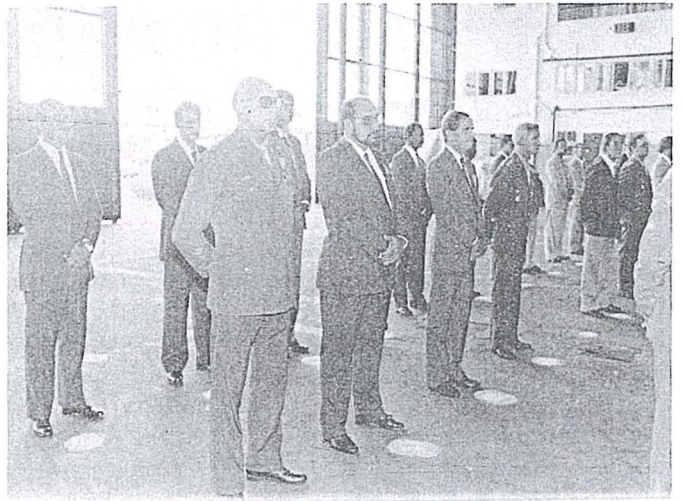
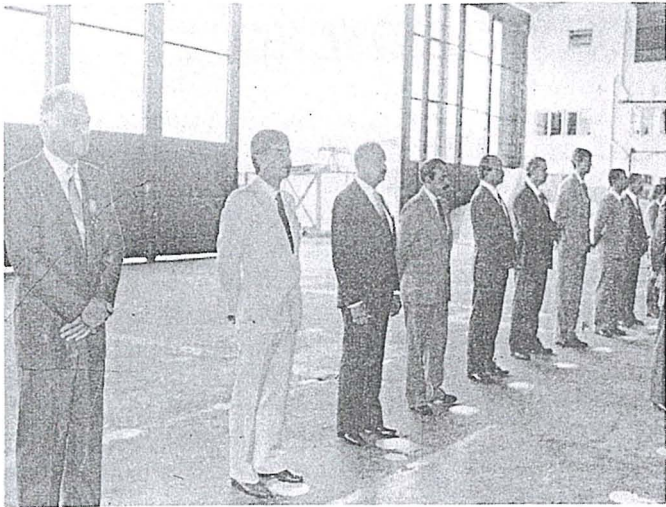
A seguir, o mestre de cerimônias convidou os presentes a participarem do coquetel oferecido pela Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo.

Nesta oportunidade, a Sociedade Brasileira de Cartografia, sensibilizada com as gentilezas recebidas da Força Aérea Brasileira, deixa registrada a sua gratidão ao III Comando Aéreo Regional e à Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo, pela honrosa acolhida e pelo excepcional apoio, sem os quais a solenidade de outorga da Ordem do Mérito Cartográfico não teria igual êxito.











# ARQUIVO GRÁFICO - CONSOLIDAÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

A Divisão Territorial Brasileira (DTB) há muito é objeto de consideração por parte dos técnicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pois é a base para a obtenção e divulgação das informações dos censamentos e demais pesquisas estatísticas, de competência da referida instituição. Antecedendo a 1940, o então Conselho Nacional de Geografia (CNG) dirigia-se ao Presidente da República, expondo a cerca da "desordem e confusão que sempre reinaram no quadro territorial do Brasil" e propondo medidas sobre a divisão territorial do país. Desta exposição resultou o Decreto-Lei nº 311 de 2 de março de 1938, que sistematizou e definiu as categorias da divisão administrativa em âmbito nacional: municípios, tendo como sede cidades; e distritos, tendo como sede vilas. A classificação das localidades em cidades e vilas, sistematizada no Decreto-Lei nº 311, foi complementada pelo texto da Resolução nº 99 do Conselho Nacional de Geografia, em 25 de julho de 1941. A carta de exposição de motivos do CNG ao Presidente da República, o Decreto-Lei nº 311 e a Resolução nº 99 (CNG) encontram-se no Anexo I.

O Decreto-Lei nº 311 evidenciou, ainda, a distinção entre espaço urbano legal e rural; bem como, determinou a constituição de uma base cartográfica sistematizada através da exigência de mapas, contendo os limites dos municípios e dos distritos, e de plantas contendo os limites das cidades e vilas. Ao estabelecer tal exigência, o Decreto-Lei provocou também o envolvimento da administração pública federal, estadual e municipal; o que, conseqüentemente, normatizou a utilização da mesma base para todo território nacional.

Avaliando-se os resultados obtidos a partir do Decreto-Lei nº 311, observa-se que, embora o mesmo tenha

sistematizado a DTB, atendendo às necessidades da época, o transporte dos limites representados no acervo cartográfico de 38, para o acervo cartográfico atual, tem sido tarefa problemática e fonte de várias divergências. O acervo cartográfico de 38 era composto de mapas e plantas bastante rudimentares, se comparados aos hoje disponíveis. Nos mapas e plantas elaborados em observância ao Decreto-Lei nº 311, verifica-se fraca geometria e ausência de sistemas de coordenadas, além de terem sido elaborados em escalas variadas.

A DTB, excluindo os problemas gerados pela base cartográfica de 38, já mencionados, vem acumulando também, durante quase cinco décadas, pendências relativas a:

- . publicação de leis contendo indefinições na descrição de limites;
- . publicação de leis independentes da representação cartográfica de referência;
- . bases cartográficas elaboradas sem preocupação com a representação dos pontos de limites mencionados nas leis;
- . leis referentes à divisão territorial das Unidades da Federação terem sido publicadas para vigência de apenas um quinquênio e estarem em vigor há vários, tendo inclusive ocorrido alterações na divisão territorial destas Unidades;
- . e outros

Visando eliminar o grande número de problemas existentes na divisão territorial do país, a Diretoria de Geociências do IBGE, através de seu Departamento de Cartografia (DECAR), unidade responsável pela elaboração de Mapas Municipais, medição e cálculo de áreas e outras tarefas para as quais necessita do conhecimento da divisão, concluiu que a solução do pro-

blema seria a constituição de um acervo cartográfico, único e homogêneo, para todo o território nacional, onde estivessem representados os limites da DTB, e que este acervo fosse de aceitação e utilização por toda a administração pública. A este acervo denominou-se Arquivo Gráfico Municipal (AGM).

## 2. ARQUIVO GRÁFICO MUNICIPAL

O DECAR, através de contatos com órgãos estaduais, vem transmitindo a metodologia utilizada para elaboração do Arquivo Gráfico e ressaltando a necessidade do estabelecimento de convênios de cooperação técnica que possibilitem a consolidação do mesmo. Apresenta-se, a seguir, um resumo da metodologia desenvolvida e proposta, cuja efetivação ocorre em quatro etapas.

### *1ª ETAPA: Comparação de Documentos.*

Inventaria-se a documentação legal e a documentação cartográfica básica e auxiliar, no órgão estadual e no IBGE. O Anexo II apresenta, como exemplo, o inventário da documentação legal para Sergipe, informando, para cada município e distrito: data e número da lei, e data e número do Diário Oficial.

Compara-se a documentação legal e cartográfica, inventariada pelo órgão estadual e IBGE, visando a utilização de documentação idêntica, na composição do Arquivo Gráfico Municipal.

Efetua-se o lançamento dos limites municipais e distritais na documentação cartográfica, com base na documentação legal e documentação cartográfica auxiliar. O lançamento deve



ser feito, em separado, pelas duas Instituições, gerando, assim, dois Arquivos Gráficos Preliminares (ÓRGÃO ESTADUAL E IBGE).

Compara-se os dois Arquivos Gráficos e elabora-se um relatório da situação da Divisão Territorial do Estado, apontando os itens duvidosos, conforme o exemplo do Anexo III.

#### 2ª ETAPA: Reambulação.

A partir do relatório final da 1ª ETAPA, elabora-se um planejamento para realização do trabalho de campo que visa esclarecer as dúvidas levantadas. Este trabalho deve ser realizado por equipe composta de técnicos do IBGE e do órgão Estadual.

Ao final de cada uma das campanhas, elabora-se relatório detalhado, conforme o modelo do anexo III, que foi feito para a região noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

#### 3ª ETAPA: Relatório Final da Comissão.

Ao final da 2ª ETAPA, a comissão, a partir das informações obtidas, conclui sua avaliação, emitindo um relatório sobre a divisão territorial da Unidade da Federação em questão, apontando, inclusive, os itens que só poderão ser solucionados por alteração da legislação.

#### 4ª ETAPA: Encaminhamento à Assembléia Legislativa.

O relatório é encaminhado à Assembléia Legislativa e a Comissão coloca-se à disposição para quaisquer esclarecimentos técnicos que se façam necessários.

### 3. ARQUIVO GRÁFICO DE LOCALIDADES

O DECAR, tendo em vista a necessidade da correta representação dos perímetros legais das cidades e vilas, bem como sua divisão intra-urbana, para subsidiar os recenseamentos e demais pesquisas estatísticas na obtenção e divulgação de informações, vem investindo na geração de um Arquivo Gráfico de Localidades (AGL) em meio

magnético.

A principal dificuldade na constituição deste arquivo é a grande lacuna no mapeamento, em escala cadastral, da maioria das cidades e vilas brasileiras. Neste sentido, o DECAR vem, atualmente, desenvolvendo metodologia para elaboração de mapas expeditos de localidades, utilizando documentação diversa (fotos, croquis de campanhas censitárias e outras). Na constituição deste acervo, em meio magnético, vem-se adotando estações de trabalho baseadas em microcomputadores e controladas pelo sistema gráfico interativo MAXICAD (apropriado para aplicações cartográficas).

A consolidação deste arquivo é fundamental para a consistência das informações do IBGE e dos órgãos Estaduais e Municipais, na tributação e distribuição de recursos.

### 4. ARQUIVO GRÁFICO DE ÁREAS ESPECIAIS

A representação dos limites das áreas de proteção ambiental e das comunidades indígenas vêm sendo também tratadas pelo DECAR com metodologia semelhante a do AGM.

### 5. CONCLUSÃO

No tocante ao cadastramento urbano e rural, destaca-se a grande importância de Arquivos Gráficos das divisões legais consolidadas, visando, entre outros aspectos, a identificação da subordinação político-administrativa e da situação (urbana ou rural) das células dos referidos cadastros.

Finalmente, a despeito da redundância, deve-se repetir que, a nível federal, estadual ou municipal, é sobre a DTB que estão calcados: o planejamento da administração pública, a tributação e distribuição de recursos, os levantamentos sócio-econômicos que utilizam a hierarquia administrativa na definição de unidades espaciais para a obtenção e divulgação de informações, e vários outros itens. Assim, para que se constitua uma base unificada, sobre a qual todos os órgãos da administração pública possam gerar seus produtos

com eficiência e eficácia, é que a DTB deve ser homologada e consolidada, definitivamente.

#### NOTA:

Este trabalho foi, originalmente, elaborado para apresentação no 2º SEMINÁRIO DE CADASTRO TÉCNICO RUEAL E URBANO, ocorrido em RECIFE - PE.

Os Anexos:

I - Decreto-Lei nº 311, Exposição de motivos (CNG7 e resolução nº 99.

II - Inventário da Documentação Legal do Estado de Sergipe.

III - Relatórios (1ª e 2ª etapas) de Consolidação do AGM da Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, mencionados no texto, encontram-se à disposição no Departamento de Cartografia.

Endereço:  
IBGE-DGC-DECAR  
Avenida Brasil, 15.671  
Parada de Lucas  
Rio de Janeiro - RJ

TELEX - 2131929  
Telefone - 391-1980



## DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA / IPEA - UNESP RELATÓRIO PARCIAL DAS ATIVIDADES EM 1988

O ano de 1988 marca a reestruturação do departamento de Cartografia. Até então, o departamento era tutelado pela Congregação da UNESP-Presidente Prudente, através de uma comissão especial, composta por membros da Congregação e do departamento. Em 1987 o departamento passou a contar com 03 (tres) professores doutores, o que permitiu a criação de um conselho departamental, composto por representantes das categorias existentes no departamento e de 02 (dois) representantes discentes. Este conselho, em reuniões semanais, passou a gerir o departamento de Cartografia. A escolha do chefe do departamento foi feita através de eleições envolvendo professores, alunos e funcionários. Os demais membros do conselho também foram eleitos por seus pares. O chefe eleito do departamento, para um mandato de dois anos, foi o Prof. João Fernando Custódio da Silva.

Este ano foi marcado por uma grande participação de membros do departamento em Congressos e similares. Cerca de 19 docentes participaram de 14 reuniões científicas e profissionais, excluindo-se o V ENECART, realizado em Presidente Prudente. No plano científico, merece destaque a participação do departamento no 16º Congresso Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, em Kyoto-Japão. Foram apresentados 05 (cinco) trabalhos.

No plano profissional, merecem destaque as participações no Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, em Salvador; e no Seminário Nacional Lei 5194/66 do CREA-SP, em Campinas-SP. Da participação dos docentes nestes eventos resultou a apresentação de cerca de 22 trabalhos. Até o momento, 23 trabalhos foram publicados

nos anais destes eventos e em revistas especializadas.

Além destas atividades, o departamento de Cartografia esteve integralmente envolvido com a organização e realização do V ENECART.

Ao longo do ano, foram realizadas 05 (cinco) conferências de cunho técnico para engenheiros e técnicos da CESP (Companhia Energética de São Paulo) no canteiro de obras da barragem de Porto Primavera. Estas conferências visaram informar àqueles técnicos sobre o uso da cartografia e ciências correlatas e das inovações neste campo.

O departamento promoveu, ainda, 02 (dois) cursos de extensão universitária.

Em continuação ao programa de qualificação dos docentes, foram defendidas 02 teses de mestrado. Estão em andamento 09 teses de mestrado e 03 de doutorado.

Foram concedidas 04 Bolsas de Iniciação Científica, pelo CNPq, e 04 Bolsas de treinamento, pela Fundap (Fundação do Desenvolvimento Administrativo), e 01 Bolsa para monitoria, para alunos de Engenharia Cartográfica.

Além dos convênios já existentes, dos quais se destacam o convênio tripartite entre INPE-UFPR-UNESP, e o convênio com a Terrafoto, foram celebrados novos convênios, dentre os quais se destacam os firmados com a SEMA (Secretaria Especial de Meio Ambiente) e o Instituto Florestal.

O IBGE realizou uma série de trabalhos no campus da UNESP com o objetivo de apoiar atividades de ensino e pesquisa do departamento. Estes trabalhos envolveram determinações astronômicas, nivelamento geométrico de alta precisão e poligonização eletrônica.

Em 1988, os formandos de Engenharia desenvolveram projetos-finais relacionados à Área Teste de Botucatu, produzindo uma Carta Turística da Fazenda Lageado, uma carta de uso do solo e realizaram o nivelamento geométrico de precisão na área destinada à calibração de câmaras fotogramétricas. O programa destinado à calibração de câmaras aéreas já está implantado em um microcomputador e funciona a contento, de acordo com testes efetuados com dados simulados.

O final do ano de 1988 foi marcado pela conquista de novos equipamentos, ligados à informática. Além do microcomputador EGO-PC, foram adquiridos um Plotter e uma mesa digitalizadora, com verbas próprias. Por intermédio de financiamento da FAPESP, foi adquirido um micro ITAUTEC-AT com micro processador INTEL 80 386, monitor colorido e winchester de 40 MB. Este micro, acoplado aos periféricos gráficos e software já adquirido, será a estação de trabalho básica para os próximos anos. Foi aprovada, ainda, a aquisição de placa básica do SITIM, para o PC-XT e monitor colorido, através de financiamento da FINEP, por intermédio do INPE.

Para 1989, o campus de Presidente Prudente deverá receber novos micros PC-XT, além dos 12 já existentes, e de um super mini, dentro do plano de informatização da UNESP. Além disto, prevê-se o início do Curso Técnico de Fotogrametria, em convênio com a Secretaria de Educação do estado de São Paulo e a Terrafoto S.A., e o Curso de Aperfeiçoamento e Especialização em Fotogrametria, para portadores de diploma de curso superior, com recursos solicitados à CAPES, CNPq e FAPESP.

### NOTÍCIAS DO IME

O Curso de Cartografia reestruturou o currículo da disciplina Cartografia, na graduação, com vistas à implantação da Cartografia Automatizada na confecção e atualização da cartas e mapas.

No momento, desenvolvem-se gestões junto ao INPE com a finalidade de dotar o Curso de Cartografia de um Sistema de Tratamento de Imagem (SITIM/ 150).

#### 1 - INTRODUÇÃO

O Instituto Militar de Engenharia, oferece, oficialmente, desde 1987, um curso

de pós - graduação, a nível de mestrado, em Cartografia Automatizada.

A implantação deste curso foi iniciada em 1983, com a matrícula de 1 (um) oficial aluno no curso de mestrado em Pesquisa Operacional (P.O.) com o objetivo de, aproveitando cadeiras deste curso e da Informática, iniciar uma linha de pesquisa em Cartografia Automatizada.

Em 1984, foi matriculado outro oficial aluno, ainda em P.O., porém, já pela experiência anterior, verificou-se a necessidade de locação de pessoal para a área de Informática, pois as cadeiras que preenchiam

as necessidades definidas já eram todas desta área.

Paralelamente, foi elaborado o primeiro projeto a ser apresentado à FINEP, que visava o estudo de compatibilidade de projeções e formatos e seleção das informações.

Apesar deste projeto não ter gerado nenhum documento, foi o projeto impulsionador para a confirmação do curso, bem como a uma total aprovação pelo órgão apoiador.

Ainda em 1984, transferiu-se outro oficial aluno, matriculado em informática,



para a linha de pesquisa.

Em 1985, foi elaborado o segundo projeto para apresentação à FINEP, sob o título SCA - Sistema Cartográfico Automatizado, consistindo de 4 estudos fundamentais:

- Configuração de um sistema dedicado à Cartografia, apoiada por computador;
- Especificação de um sistema de CAC não dedicado;
- Especificação de aquisição, tratamento e armazenamento de dados digitalizados vetorialmente;
- Modelagem digital do terreno.

Deste projeto, saíram as primeiras contribuições efetivas, tais como teses, especificações e recomendações.

Ainda em 1985 e 1986, foram matriculados dois oficiais alunos, em Informática, sem ainda que a linha de pesquisa estivesse oficialmente reconhecida.

Em 1987, a linha de pesquisa foi transformada em área de concentração, desvinculando-se da P.O. e da Informática, passando a ter coordenação, vagas próprias e candidatos com requisitos específicos. Foram matriculados 5 oficiais alunos e 1 civil.

Em 1988, o curso de nivelamento já contou com a presença de 6 candidatos.

O terceiro projeto elaborado, apresentado à FINEP, aprovado e ainda em vigência, tem como objetivos principais a pesquisa em Sistema de Informações, Modelagem Digital do Terreno e Computação Gráfica Aplicada.

## 2 - TRABALHOS, TESES E PESQUISAS

### 1985

- Menezes, P.M.L.; Abib, O.A.; Destri, A.R.; "Metodologia para a Implantação de um Sistema de CAC no âmbito da Diretoria do Serviço Geográfico". IME.

- Menezes, P.M.L.; Abib, O.A.; Destri, A.R.; "Especificações de um Sistema Dedicado de CAC". IME.

- Menezes, P.M.L.; "Digitalização vetorial de Documentos Cartográficos". IME.

### 1986

- Abib, O.A.; "Especificações de um Sistema de Cartografia Apoiada por Computador". Tese de Mestrado.

- Seminário de Cartografia Automatizada - Semana de palestras sobre o assunto com 23 participantes de diversos órgãos.

- Menezes, P.M.L.; "Introdução à Cartografia Automatizada". Palestra.

- Destri, A.R.; "Modelagem Digital de Terreno". Palestra.

### 1987

- Destri, A.R.; "Tratamento de Modelos Numéricos de terreno (DTM) obtidos por processos Fotogramétricos". Tese de mestrado.

- Menezes, P.M.L.; "Aquisição, Trata-

mento e Armazenamento de dados de Cartas Topográficas Digitalizadas". Tese de Mestrado.

- Cunha Filho, H.F.; "Uma Linguagem de Consulta para Bancos de Dados Cartográficos". Tese de Mestrado.

- Souto, P.S.; "Especificações de uma Base de Dados Hidrográfica". Tese de Mestrado.

- Tusco, C.; Hess, L.A.; "Representação do Relevo por Modelos Sombreados", XX Congresso Nacional de Informática SP.

### 1988

- Tusco, C.; "Base de Dados de um Sistema de Informações Cartográficas". Tese de Mestrado.

Estão em elaboração as seguintes teses:

- "Utilização de Estruturas "Quad-Tree" em Cartografia".

- Avaliação de Métodos Numéricos de Elevação".

- Carga de um Sistema de Informações Cartográficas".

- Um Sistema para a atualização de documentos cartográficos".

## 3 - SELEÇÃO

Um requisito desejável, para o candidato, é ser Engenheiro Cartógrafo, porém, por ser um curso em Engenharia de Sistemas, áreas correlatas também serão aceitas.

A seleção inicial é efetuada através de uma análise do currículo, sendo o candidato aceito para a fase seguinte, ao atingir uma pontuação mínima.

Esta seleção é aplicada tanto aos candidatos militares como aos civis.

A fase seguinte é o curso de nivelamento, com duração de um mês. Esta fase é seletiva apenas para os candidatos civis, que concorrem às vagas. Para os candidatos militares não é seletiva, uma vez que não há concorrência de vagas.

Para o próximo ano (1989), o nivelamento da Cartografia constará das seguintes cadeiras:

- Probabilidade e Estatística
- Linguagem Pascal
- Organização de Computadores
- Álgebra Linear.

Será também exigido dos candidatos o conhecimento da Linguagem C, para os trabalhos a serem desenvolvidos no curso.

No presente momento, a linha de pesquisa conta com 2 (duas) a 3 (tres) vagas para civis e 3 (tres) a 4 (quatro) vagas para militares.

## 4 - ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO

Dentro do atual projeto apresentado à FINEP, e de acordo com as necessidades do Exército, existem 3 áreas nas quais os alunos podem dedicar suas teses e pesquisas.

- Sistemas de Informação;
- Modelos Digitais do Terreno;
- Automação de processos.

A integração dos trabalhos, nesta área, permitiu a elaboração de um projeto, já semi-implantado, de um Sistema de Informações Cartográficas: SIC-IME.

As teses e pesquisas, voltadas para este sistema, projetam a elaboração do protótipo do sistema em 2 anos.

Existem, ainda, duas outras áreas, nas quais há interesse em verificar-se aplicações cartográficas:

- Processamento Digital de Imagens;
- Reconhecimento de Padrões.

## 5 - CRÉDITOS

As disciplinas ofertadas aos alunos procuram preencher, não só as necessidades das áreas de concentração, como também atender alguma aptidão especial dos mesmos.

Grande parte das disciplinas é comum à área de Informática, sofrendo alguma alteração segundo as necessidades do curso.

As seguintes disciplinas são obrigatórias:

- Organização de Computadores I
- Análise e Projeto de Sistemas
- Métodos Digitais Aplicados à Cartografia
- Infografia I
- Estrutura de informações I

Optativas:

- Sistemas Operacionais
- Estrutura de Informações II
- Infografia II
- Linguagens de Programação
- Sistemas de Projeção

Obrigatórias para a área de Sistemas de Informação:

- Sistema de Informações I
- Teoria de Imagens Discretas
- Sistemas de Informações Geográficas

Obrigatórias para a área de Modelos Digitais do Terreno:

- Modelagem Digital do Terreno
- Teoria de Imagens Discretas
- Computação Gráfica Aplicada à Cartografia

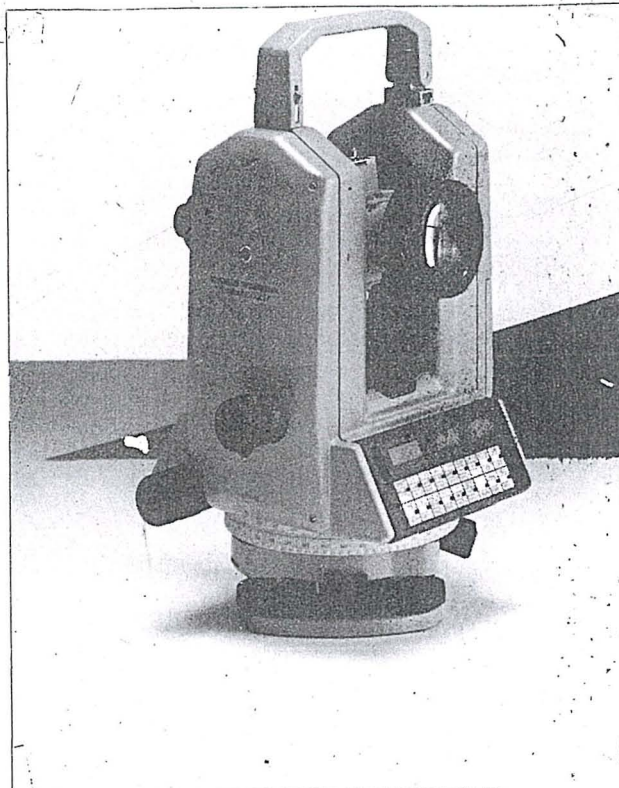
Obrigatórias para a área de Automação de Processos:

- Teoria de Imagens Discretas
- Computação Gráfica Aplicada à Cartografia



# THEOMAT WILD T 3000

## O TEODOLITO MAIS PRECISO DO MUNDO



(O SUCESSOR DO T3)

### APLICAÇÕES:

- Para triangulação de 1ª ordem;
- Para medição de deformações em obras civis;
- Para medições industriais;

### ALGUMAS CARACTERÍSTICAS:

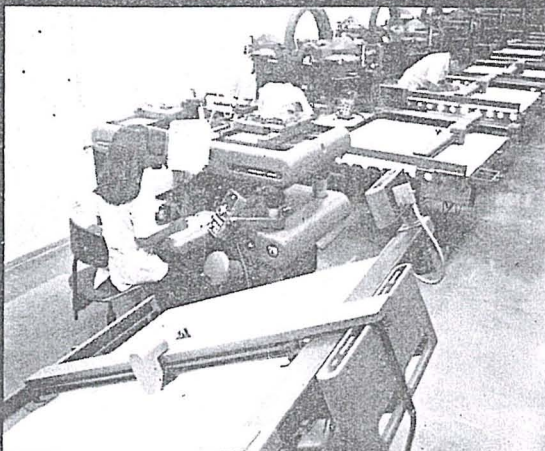
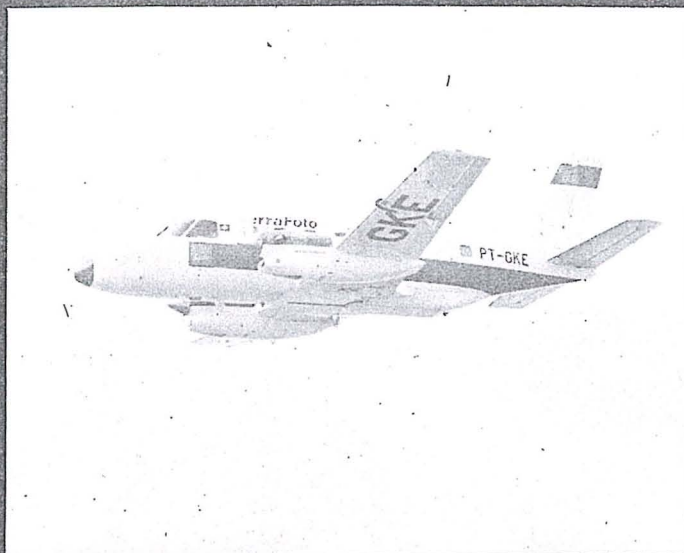
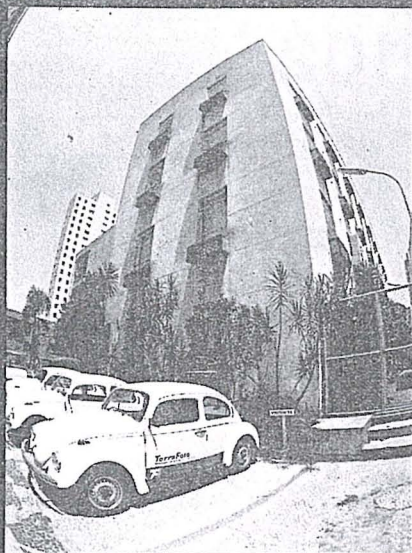
- Luneta de alinhamento panfocal (tipo ZOOM) com aumento máximo de até 59X;
- Leitura eletrônica de limbos;
- Desvio padrão de medição angular  $\pm 0,5''$ ;
- Compensação automática de todos os erros de eixos;
- Compensador em dois eixos;
- Distância mínima de 0,6m;
- Módulo de registro (REC-MODUL) de até 500 blocos de dados (opcional);
- Dispositivo de autocolimação incorporado (opcional);



Matriz: Rua Santa Ifigênia, 89 - 2º andar - 01207 - São Paulo-SP - Tel. (011) 228-2760  
Filial: Rua Campos Sales, 135 - 20270 - Rio de Janeiro-RJ - Tel. (021) 284-9893

**WILD**  
**HEERBRUGG**



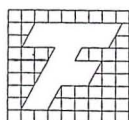


## TERRAFOTO

### TECNOLOGIA DEFININDO SOLUÇÕES

Aerolevantamentos  
Mapeamentos Digitais  
Ortofotos  
Cadastro Técnico  
Patrimônio Artístico

Regularização Fundiária  
Saneamento  
Sistema Viário  
Projetos Geológicos  
Uso do Solo

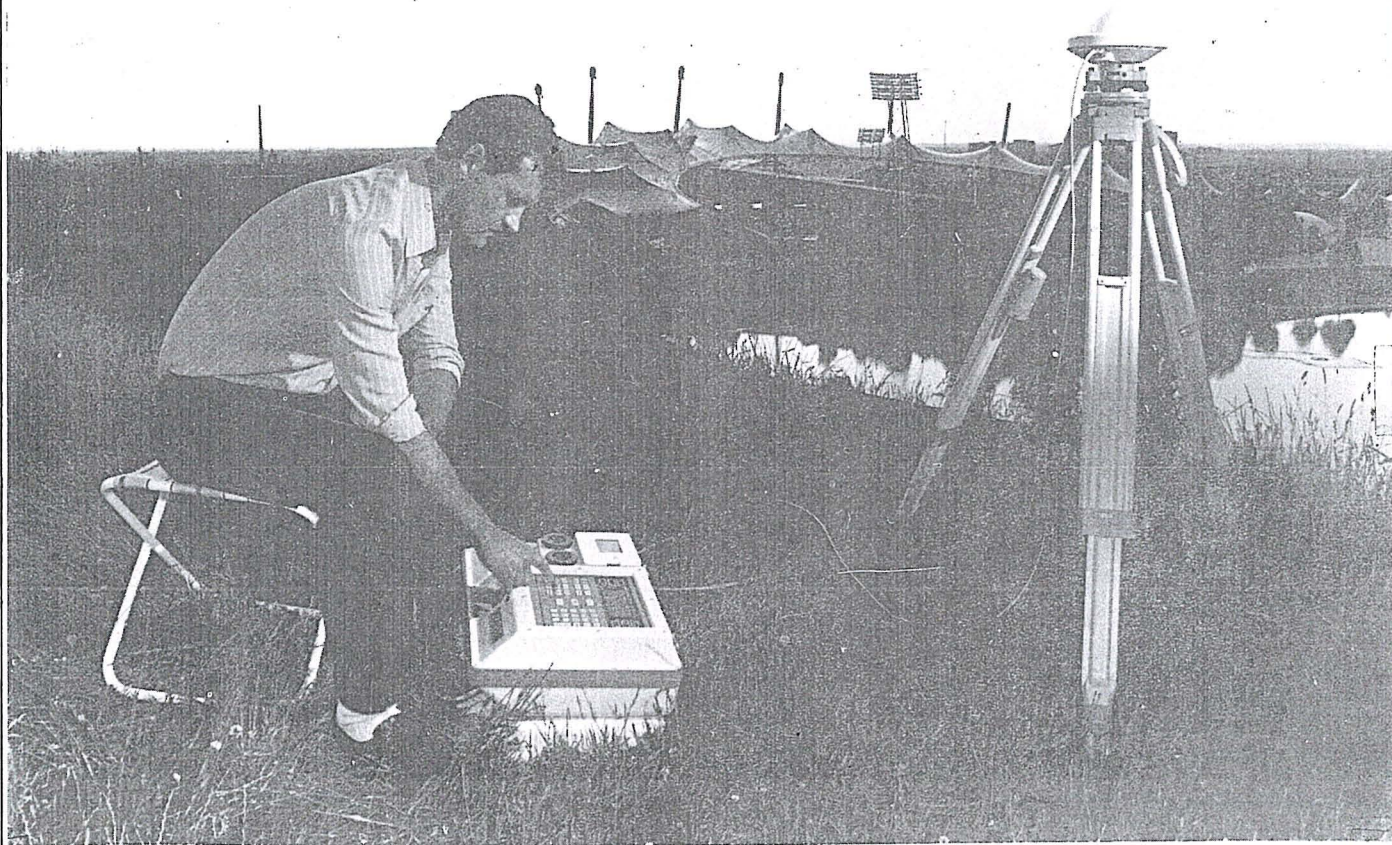


**TerraFoto**  
S.A. Atividades de Aerolevantamentos

Rua Nova York, 833-Brooklin  
04560 São Paulo -S.P  
Cx. Postal 30136 Telegramas TerraFoto  
Tel. (011) 543-1322  
Telefax (011) 22000



# O NOVO RASTREADOR DE SATÉLITES GPS WILD-MAGNAVOX WM 102



## APLICAÇÕES:

Para determinar posições relativas, com precisão centimétrica, em menos de duas horas:

- em qualquer ponto da terra, dia e noite, mesmo sem visibilidade entre as duas estações.
- independente de chuva, nevoeiro, calor ou frio.

## ALGUMAS CARACTERÍSTICAS:

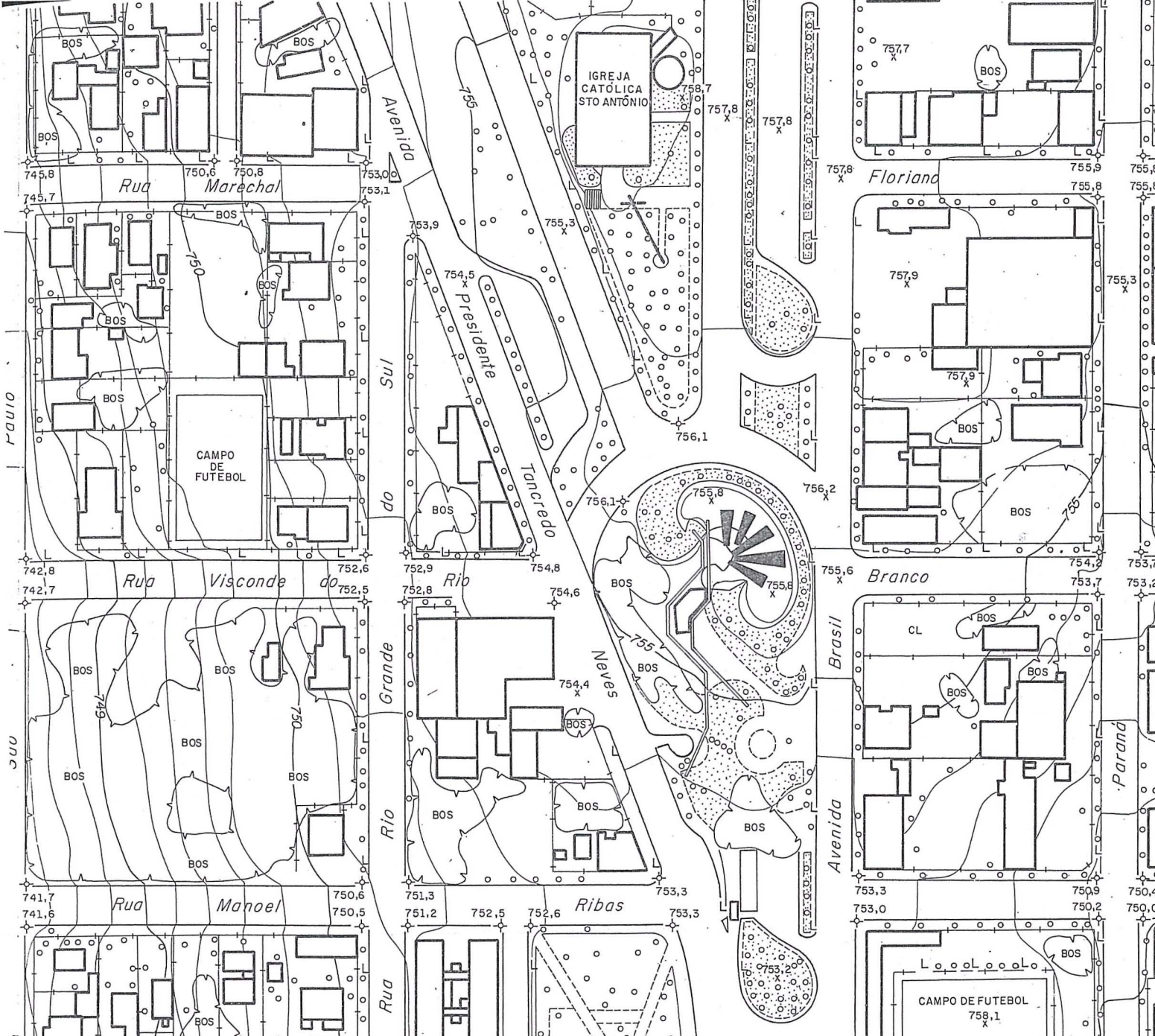
- precisão de posicionamento relativo de  $\pm (5\text{mm} + 1\text{mm}/\text{km})$ , dependendo da constelação de satélites.
- duas frequências ( $L_1$  e  $L_2$ ).
- acesso ao código C/A ( $L_1$ ) ou código P ( $L_2$ ) ou, na ausência do código P, com a técnica de quadratura da onda portadora.
- gravação de dados, em fita cassete, durante a observação.
- transferência de dados, para computador, via fita cassete ou diretamente.
- pacote de processamento de dados PoPS (Post-Processing Software).
- equipamento compacto, leve, resistente e impermeável.
- fácil de operar, mesmo por pessoal pouco experimentado.
- bateria interna que permite até 2,5 horas de operação.



Matriz: Rua Santa Ifigênia, 89 - 2º andar - 01207 - São Paulo-SP - Tel. (011) 228-2760  
Filial: Rua Campos Sales, 135 - 20270 - Rio de Janeiro-RJ - Tel. (021) 284-9893

**WILD**  
**HEERBRUGG**





# ENGEFOTO

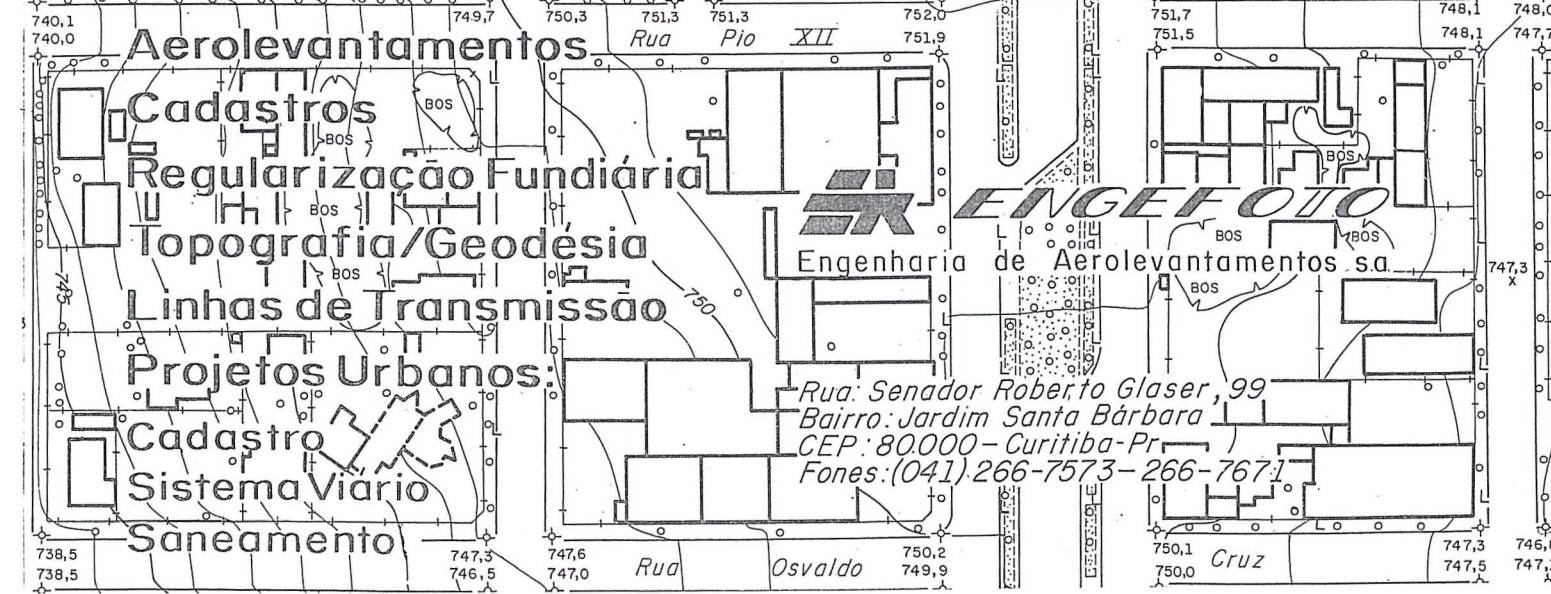
UMA NOVA EMPRESA NO MERCADO

- Aerolevantamentos
- Cadastros
- Regularização Fundiária
- Topografia/Geodesia
- Linhas de Transmissão
- Projetos Urbanos:
- Cadastro
- Sistema Viário
- Saneamento

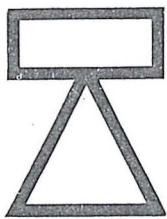


**ENGEFOTO**  
Engenharia de Aerolevantamentos S.A.

Rua: Senador Roberto Glaser, 99  
 Bairro: Jardim Santa Bárbara  
 CEP: 80.000 - Curitiba - Pr  
 Fones: (041) 266-7573 - 266-7671







# **APOIO** serviços cartográficos Ltda.

- LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS
- LOTEAMENTOS
- LOCAÇÕES DE ESTRADAS
- ACOMPANHAMENTO DE OBRAS
- CADASTRO RURAL E URBANO
- DEMARCAÇÕES FUNDIÁRIAS
- BATIMETRIA

Rua Catalão nº 15-São Cristóvão-RJ  
CEP 20910

Tels. 284 -1439  
284-0039



# NECESSIDADES E EXPECTATIVAS DO ENGENHEIRO CARTÓGRAFO

Eng<sup>o</sup> Cart. João Fernando Custódio da Silva

e

Eng<sup>o</sup> Cart. Antonio José Berutti Vieira

## 1. INTRODUÇÃO

O primeiro curso de Engenharia Cartográfica (na verdade, Engenharia Geográfica) no Brasil iniciou suas atividades em 17 de dezembro de 1792, quando da fundação da Academia Real Militar. Com o surgimento de universidades civis, a formação de engenheiros geógrafos estendeu-se até 1935. Somente o Instituto Militar de Engenharia manteve, ininterruptamente, a formação regular destes profissionais. Em 1965, a atual Universidade Estadual do Rio de Janeiro (então da Guanabara) reiniciou a formação civil da modalidade com a atual denominação de Engenharia Cartográfica, atendendo à recomendação da Associação Cartográfica Internacional (SANTOS /4/). Seguiram seus passos a UFPr, a UFPE e a UNESP, nos anos de 1976 e 1977, formando seus primeiros engenheiros nos anos de 1981 e 1982.

Hoje, entre civis e militares, estima-se haver cerca de 1.100 engenheiros-cartógrafos no Brasil, distribuídos por várias regiões e estados, consoante com a característica da especialidade, qual seja, a de ter uma atuação de alcance local, regional, nacional e até internacional (demarcação de limites, p. ex.). Apesar do número relativamente pequeno de profissionais, reuni-los em congressos e encontros não é tarefa fácil, devido à dispersão geográfica causada pelo exercício da profissão. Naturalmente, este é um fator inibidor da troca de idéias, da verificação das necessidades e do conhecimento dos anseios e expectativas entre os colegas.

Pensando nisto e buscando levantar informações para subsidiar futuras alterações de currículo, bem como estimar a demanda para programas de educação continuada, os autores elaboraram um questionário que abrangeu aspectos pessoais, profissionais e educacionais. Por razões operacionais o referido levantamento foi feito apenas entre os egressos da UNESP e da UFPr. A intenção inicial era de fazê-lo chegar a todos os duzentos e quarenta e sete engenheiros formados por estas duas universidades. Entretanto, a falta de atualização dos endereços nos cadastros das ABEC/SP e ABEC/PR e das universidades forçou que o interrogatório fosse enviado apenas aos 138 sócios com endereços atualizados.

As idéias que os autores apresentam e discutem neste artigo são baseadas nos cinquenta e nove questionários respondidos. Além destas opiniões, os autores relatam discussões pertinentes ocorridas durante as mesas-redondas de assuntos profissionais e de assuntos educacionais no 5<sup>o</sup> ENECART (Encontro Nacional dos Engenheiros Cartógrafos) em Presidente Prudente - SP, nos dias 29, 30 e 31 de julho último.

## 2. OBJETIVOS

Basicamente, havia duas categorias de objetivos que se buscava. Uma de curto prazo, onde os dados colhidos deveriam auxiliar nas discussões de temas atuais. Outra de médio e longo prazos em que se visava amparar discussões e decisões a serem tomadas no futuro.

Os objetivos de curto prazo são:

- 2.1 Subsidiar os debates nas mesas-redondas sobre temas profissionais e educacionais do 5<sup>o</sup> ENECART.
- 2.2 Levantar informações para apresentar à comunidade da engenharia nacional, a fim de ilustrar a necessidade de criação de uma área específica para a engenharia cartográfica.
- 2.3 Iniciar um projeto de levantamento de dados e opiniões, que deve ser ampliado, de modo a aprimorar o grau de conhecimento a cerca do profissional-engenheiro cartógrafo no Brasil.
- 2.4 Promover o conhecimento, ainda que aproximado, das condições do mercado de trabalho, das necessidades e expectativas do engenheiro cartógrafo, válidas para todo o território nacional, e também com o intuito de investigar possíveis caracterizações tipicamente regionais.
- 2.5 Subsidiar intenções de alteração de currículos dos cursos de engenharia cartográfica, baseado nas "tendências duradouras" do mercado de trabalho.

## 3. METODOLOGIA

O questionário enviado pelo correio em maio/88 aos ex-alunos continha vinte e cinco perguntas ou tomadas de opiniões. Procurou-se abranger vários assuntos por causa da carência de referências. As questões eram sucintas e diretas e as respostas, na maioria dos casos, eram do tipo múltipla escolha, para evitar o discurso.

"A priori", sabia-se que, para os formados na UNESP, havia cerca de 5% de desempregados, 20% de empregados fora da área e cerca de 75% atuando no ramo (2). Esta foi a única preocupação com respeito à amostra, qual seja, contactar apenas os que estavam engajados no mercado cartográfico. Desses, nem todos tinham seus endereços atualizados; daí restou a opção de buscar contacto apenas com aqueles de quem se supunha ter os endereços corretos. Além disto, os autores estavam preparados para uma "quebra" de 50% \*.

Isto, é claro, impõe restrições à representatividade



dos dados, uma vez que a metade que responde pode configurar uma tendência da amostra, apenas pelo fato de ter reenviado o questionário.

De qualquer modo, procurou-se iniciar um projeto com o que se tinha à mão. As respostas que chegaram até 29 de junho de 1988 foram tabuladas, sem preocupação de cruzar ou correlacionar dados.

\* ZAINA, N.M.C: Comunicação pessoal.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados aqui apresentados foram tabelados a partir de cinquenta e nove questionários respondidos por egressos dos cursos de Engenharia Cartográfica, exclusivamente, das Universidades Estadual Paulista (UNESP) e Federal do Paraná (UFPR).

	UNESP	UFPR	TOTAL	%	
Estimado p/ Brasil	—	—	a 1100	100	
Formados	128	119	b 247	b/a 22,5	
Quest. enviados	78	60	c 138	c/a 12,5	c/b 55,9
Quest. recebidos	38	21	d 59	d/a 5,4	d/b 23,9 d/c 42,8

Por se tratar de um primeiro trabalho para tentar uma aproximação das condições e opiniões reinantes na área cartográfica, segundo a visão dos profissionais engenheiros, os autores pedem clemência pela falta de rigor na composição da amostra. Conforme explicitado no item 2.3, esta é uma iniciativa que poderá balizar a ampliação da consulta. Não se deve perder de vista que as cinquenta e nove respostas representam cerca de 5% do total estimado de engenheiros cartógrafos no Brasil. Em seguida, são apresentados os resultados agrupados em dados pessoais, profissionais e relativos às instituições de ensino. Os comentários são feitos concomitantemente.

#### 4.1 Dados pessoais

##### 4.1.1 Conclusão da graduação

Ano	82	83	84	85	86	87
%	23,7	15,3	13,5	30,5	5,1	11,9

“Um ponto positivo é que 83% dos entrevistados concluíram o curso até 1985, o que dá pelo menos dois anos de experiência profissional”.

#### 4.1.2 Sexo

Masculino 71,2% e feminino 28,8%

“Não se pode dizer que se trata de uma profissão essencialmente masculina”.

#### 4.1.3 Idade

20 - 25 anos - 13,5%

26 - 30 anos - 76,3%

31 - 35 anos - 10,2%

“Com cerca de 90% dos entrevistados entre 20 e 30 anos, tem-se uma característica enviesada da amostra”.

#### 4.2 Dados profissionais

##### 4.2.1 Função que exerce:

engenheiro	59,3%
professor/pesq.	25,4%
estudante de pós-g.	5,1%
técnico	5,1%
administrador	3,4%
analista de sistemas	1,7%
	100,0%

“25% dos professores/pesquisadores talvez justifiquem o equilíbrio entre empresa privada e pública, uma vez que ambas as universidades são públicas, onde trabalha a maioria dos professores pesquisados”.

##### 4.2.2 Cargo executivo que ocupa

Diretor	8,5%
Chefe	10,2%
Coordenador	13,5%
Gerente	11,9%
Sem cargo	55,9%
	100,0%

“Os currículos dos cursos de engenharia cartográfica devem prever disciplinas humanísticas, aliás, uma tendência no moderno ensino de engenharia”.

##### 4.2.4 Ambiente de trabalho

Interno 47,5% misto(interno e externo) 52,5%

“Os currículos de engenharia cartográfica devem manter e até reforçar as aulas práticas em campo, ainda que isto onere o orçamento”.



#### 4.2.5 Áreas principais de atuação profissional

Topografia	45,8%
Geodésia	30,5%
Cadastro/SIG	28,8%
Fotogrametria	25,4%
Cartografia	13,6%
Sensoriamento Remoto	6,8%
Astronomia de Posição	3,4%
Propostas e Editais	1,7%
Outras	13,6%

“Surpreendem a Topografia liderando com expressivos 45,8% e a forte presença do Cadastro/SIG com quase 30%. Os professores devem estar atentos a isto. A moderna tecnologia de mapeamento ainda não desbancou a tradicional”.

#### 4.2.6 Necessidade de atualização profissional

Sim 94,9%	Não 5,1%	
extensão 28,1%	especialização 39,6%	mestrado e doutorado 32,3%
Área	extensão	especialização

Área	extensão	especialização	Mestrado e doutorado
Geodésia Satélite	14,8%	18,4%	22,5%
Cartografia Digital	11,1	26,3	16,1
Fotogrametria	7,4	18,4	12,9
Sen. Remoto	7,4	5,3	12,9
Ajustamento Observ. -	-	5,3	6,5
Astronomia de Pos. -	-	2,6	6,5
Topografia	3,7	2,6	-
Cadastro	3,7	5,3	-
Comput. Aplicada	7,4	-	-
Marketing/Gerência -	-	2,6	-
Sem especific. área	44,4	13,2	22,6

Em relação à questão anterior.

“Destacam-se a súbita queda da Topografia e Cadastro e a crescida de Cartografia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto demonstrando, talvez, preocupação em contactar e apreender a moderna tecnologia de mapeamento. Isto aumenta a responsabilidade dos professores desafiando-os a compreender o momento oportuno de alterar currículos de graduação e oferecer cursos de extensão e/ou especialização, em função da alta demanda (95%) observada”.

#### 4.2.7 Como estão as perspectivas para o futuro?

	ascensão profissional	mercado de trabalho	satisfação pessoal
excelente	5,1%	1,7%	22,0%
boa	50,8%	37,3%	55,9%
regular	33,9%	55,9%	20,3%
ruim	8,5%	5,1%	1,8%
péssima	1,7%	-	-

“A boa perspectiva de ascensão profissional juntamente com a boa satisfação pessoal são animadoras. A perspectiva regular do mercado de trabalho merece um comentário à parte. No entender de alguns profissionais, não é o mercado cartográfico que está fraco, apesar da excessiva dependência e sujeição aos setores governamentais, em função dos investimentos públicos. Estima-se que, dos cerca de 60 engenheiros-cartógrafos anualmente formados pelos quatro cursos da área civil (UNESP, UFPr, UERJ, UFPE), apenas 2/3, aproximadamente, ingressam no mercado de trabalho, considerando que 1/3 restante não abandona antigos empregos ou a cidade de origem. Segundo este raciocínio, o Brasil dispõe de cerca de 40 engenheiros-cartógrafos por ano para atender, a nível municipal, estadual e federal, a demanda por produtos cartográficos. Evidentemente, este número é pequeno e a consequência imediata é a absorção dos excedentes de outras especialidades. Colocada desta maneira, a questão do exercício ilegal da profissão parece atenuada, uma vez que o aludido excedente estaria “socorrendo” uma área carente. Na verdade, queixas e testemunhos de profissionais da área cartográfica apontam no sentido de uma “barreira invisível” que bloqueia o acesso dos especialistas, isto é, dos engenheiros-cartógrafos, ao mercado formal da Engenharia Cartográfica. Aquele um terço acima mencionado tem de ser estimulado a participar do mercado cartográfico, oferecendo-lhes oportunidade que hoje são apresentadas aos excedentes de outras especialidades”.

#### 4.2.8 Escolha da Profissão

consciente	49,1%
casual/exclusão	39,0%
meios de comunicação	6,8%
outro	5,1%

“Apesar de ser esperado, mas não desejado, somente 49% dos entrevistados optaram, conscientemente, pela Engenharia Cartográfica”. Parece necessário fazer maior penetração na sociedade, particularmente no segmento jovem da população, a fim de divulgar e esclarecer sobre o profissional engenheiro-cartógrafo.

#### 4.2.9 A quais entidades de classe está filiado?

ABEC	57,6%
SBC	33,9%
Outras	65,4%
Nenhuma	8,5%

“É alto o número de engenheiros participativos”.

#### 4.2.10 Participação em diretorias das entidades de classe

Não	80%	Sim	20%
-----	-----	-----	-----



#### 4.2.10 Participação em diretorias das entidades de classe

Não 80% Sim 20%

### 4.3 Dados relativos à instituição do ensino

#### 4.3.1 Grau de correspondência às expectativas em relação à universidade, departamento, curso, professores, funcionários e alunos

(Médias)

excelente	10,0%
boa	54,0%
regular	32,0%
ruim	4,0%

“Não se pretende passar a idéia de que a universidade e seus segmentos estão avaliados e aprovados. Pelo contrário, tem-se que insistir neste ponto”.

#### 4.3.2 Grau de correspondência às expectativas em relação às matérias

Cartografia	51,0%	boa
Geodésia	51,0%	boa
Sens. Remoto	46,0%	regular
Topografia	44,0%	boa
Fotogrametria	42,0%	boa
Ajustamento Obs.	42,0%	boa
Astronomia Pos.	41,0%	boa
Cadastro	37,0%	ruim

“Destacam-se o Sensoriamento Remoto com avaliação regular e Cadastro com percentual significativo para ruim. No primeiro caso, as universidades e o INPE estão em contacto, a fim de melhorar as condições de ensino, seja equipando as universidades, seja desenvolvendo pesquisas em conjunto. Com relação a Cadastro, são necessárias providências urgentes da parte das universidades, considerando-se que se trata de área importante na atuação profissional”.

#### 4.3.3 Matéria que mais contribuiu para a formação profissional

Fotogrametria	22,8%
Geodésia	21,3%
Topografia	16,9%
Ajustamento	12,5%
Cartografia	9,6%
Cadastro	7,4%
Astronomia	5,1%
Sensoriamento Remoto	4,4%

“As matérias que sustentam a Cartografia foram apontadas entre as quatro primeiras, mostrando o caráter multi-

disciplinar da Engenharia Cartográfica”.

#### 4.3.4 Qual é sua opinião ao considerar-se para a disciplina Projeto Final os aspectos: Orientação, Tema, Carga Horária, relacionamento com os alunos e professores (médias):

excelente	19,6%	regular	19,9%
bom	53,5%	ruim	7,0%

“Estes resultados sugerem estar havendo compreensão em relação ao significado do Projeto Final” (SILVA /5/).

#### 4.3.5 No caso de mudanças curriculares, quais matérias deveriam ser alteradas em termos de carga horária?

	aumentada		diminuída
Cadastro	19,4%	Transporte	32,4%
Geodésia	19,4%	Resistência dos Mat.	24,3%
Topografia	14,3%	Mecânica	18,9%
Cartografia	13,3%	Eletricidade	10,8%
Sensoriamento	12,2%	Geomorfologia	8,2%
Fotogrametria	9,2%	Mec. Fluidos	5,4%
Computação	6,1%		
Ajustamento	6,1%		

“Com respeito ao aumento de carga horária, as áreas de atuação profissional e contribuição para a formação profissional podem explicar. Por outro lado, a pretendida diminuição de carga horária é um pouco complexa. A Engenharia Cartográfica está inserida na área civil. Por força da tradição e da legislação, foi imposto um currículo mínimo, que se mostrou, ao longo destes anos, uma verdadeira camisa de força para a Engenharia Cartográfica, causando sérios prejuízos para a adequada formação do profissional. Deste modo, a tão chamada realidade social do engenheiro, particularmente, a do engenheiro cartógrafo, torna-se obscura para o aluno, e até mesmo para o profissional, porque a exigência legal de disciplinas da área comum subtrai do currículo a oportunidade de atender os reclamos da comunidade cartográfica, sobre a necessária formação adequada do engenheiro cartógrafo. Daí, a exigência do momento de discutir-se a criação de uma nova área no sistema do CFE, assunto em que estão empenhados professores, engenheiros e estudantes de engenharia cartográfica e toda a comunidade cartográfica brasileira”.

#### 4.3.6 Você estagiou durante o curso?

Sim 91,5% Não 8,5%

“As respostas “não”, provavelmente, são casos justificados, uma vez que o currículo exige um percentual de estágio obrigatório”.



#### 4.3.7 Como você compara o estágio final com o projeto final?

melhor	33,9%
igual	18,6%
pior	15,3%
sem comparação	32,2%

“O Projeto Final é um conjunto de atividades multidisciplinares elaborado e executado por alunos formados. O resultado mostra que, por mais que se queira, a universidade não consegue simular as reais condições de trabalho. Por outro lado, há uma considerável parcela de professores que questionam se esta é uma atribuição dela. Daí, a importância do estágio.

#### 4.3.8 Qual é sua opinião sobre a criação de novos cursos de Engenharia Cartográfica?

A favor	25,5%
Contra	74,3%

“Este tema foi apresentado no 5º ENECART - Presidente Prudente - SP, 29 a 31/07/88. Curioso é que após os debates havidos, muitos participantes passaram a concordar com a criação de novos cursos, baseados nos argumentos dos debatedores”.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 Conclusões

Os debates ocorridos nas mesas-redondas do 5º ENECART, sobre temas profissionais e educacionais, basearam-se, parcialmente, nos resultados apresentados a partir da presente pesquisa.

As antigas e crescentes críticas à inadequada formação profissional do engenheiro-cartógrafo desaguarão na proposição da criação de uma nova área no CFE, que deve tornar possível atender as necessidades e expectativas do engenheiro-cartógrafo, bem como de toda a comunidade cartográfica brasileira.

Os dados obtidos mostram um quadro satisfatório acerca dos aspectos profissionais. A componente educacional deve merecer muito cuidado da comunidade cartográfica, em face das solicitações específicas da tecnologia moderna, preparando o caminho para o século XXI, sem solução de continuidade em relação ao presente.

A pós-graduação hoje é vista como necessária à atualização profissional. No caso específico da Engenharia Cartográfica, há pouca oferta aos engenheiros da parte das universidades. De qualquer modo, é estimulante saber que os profissionais estão desejosos de retornar à universidade.

A falta de oportunidades de emprego deve ser re-

vista como consequência do baixo número de engenheiros-cartógrafos no Brasil. A presente contradição é eliminada quando se apresenta a necessidade de induzir o mercado de trabalho. Isto é, romper com a absorção do excedente de outras especialidades, colocando mais cartógrafos no mercado. O simples aumento do número de vagas nas universidades não é solução. Em suma, é um problema numérico e de distribuição geográfica.

### 5.2 Recomendações

Com base nos resultados do levantamento e das discussões no 5º ENECART, os autores recomendam:

Que o CFE discuta a necessidade de criar nova área para contemplar as necessidades específicas do curso de Engenharia Cartográfica.

Que as universidades discutam e atualizem os currículos de Engenharia Cartográfica. Para tanto, devem continuar investindo na qualificação de seu pessoal técnico e docente, bem como devem equipar-se em face das novas tecnologias de mapeamento. Neste sentido, os investimentos devem visar também a elaboração de programas de educação continuada e

Que a comunidade cartográfica discuta a necessidade de criação de novos cursos de Engenharia Cartográfica, considerando a distribuição geográfica da oferta de oportunidades de estudos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) COLLOQUIUM OF SURVEYING AND MAPPING EDUCATION: surveying and mapping professionals for the year 2000. (University of New Brunswick). Fredericton, Canadá, 1985.
- (2) ENGENHARIA CARTOGRÁFICA: 10 anos na UNESP - Presidente Prudente. (Centro de Estudos de Engenharia Cartográfica). Presidente Prudente, SP - Brasil. 1987.
- (3) LUGNANI, J. B. & OLIVAS, M. A. A. Padronização inadequada na formação do engenheiro cartógrafo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, GEODÉSIA, FOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO, 13. Brasília, 1987. Anais...p.602-6.
- (4) SANTOS, M. C. Discurso inaugural do 5º ENECART. In: ENCONTRO NACIONAL DOS ENGENHEIROS CARTÓGRAFOS, 5. Presidente Prudente, 1988. Anais...(no prelo).
- (5) SILVA, J. F. C. O significado do projeto final para o Curso de Engenharia Cartográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA. Salvador, 1988. Anais ...



# *Geoprocessamento no Planejamento Metropolitano*

*Hans - Joachim Bonsiepen*

## **O CONTEXTO DE APLICAÇÃO**

Os assuntos tipicamente cartográficos que vou abordar têm como pano de fundo, como contexto de aplicação, o planejamento metropolitano, mais especificamente, nosso “Modelo Integrado de Informações de Uso do Solo”, para o qual criamos a sigla MIUS. Fig. 1

O Modelo é meramente descritivo, ele não obedece a alguma teoria do planejamento sobre a qual ele se contrói. Seu objetivo é, basicamente, colocar à disposição do planejador um conjunto de informações, o qual, de forma desintegrada, já existe e que passará, através de rotinas do Modelo, por um tratamento sistemático para fins de sua integração em termos de conceitos, compatibilidade cartográfica, atualização e automatização.

Os componetes da entrada são:

- a carta-base
- o Cadastro de Loteamentos (em função da Lei 6766)
- a população atual (a nível de S.C. '80) e a prognosticada (a nível mais agregado)
- índices urbanísticos atuais e em forma de série histórica (captados dos Cadastros Imobiliários, aerolevantamentos e levantamentos no campo)
- o Cadastro das Áreas Comprometidas com Intervenções do Setor Público (para fins de coordenação da ação metropolitana e também em função da Lei 6766)
- as Leis sobre zoneamento do uso do solo, tanto a nível do órgão metropolitano como a nível municipal
- as cartas temáticas existentes sobre recursos naturais.

Com tudo isso, o Modelo dirige-se, basicamente, ao planejamento físico — tanto no seu aspecto descritivo, quanto no seu aspecto legal. Ele visa a atender necessidades do planejamento municipal, assim como metropolitano, quando entrar em detalhes abaixo do nível “macro”.

## **O ENVOLVIMENTO DA CARTOGRAFIA**

Evidentemente, há um envolvimento duplo da cartografia nisso,

- como cartografia topográfica e
  - como cartografia temática,
- cruzando-se, ainda, com o aspecto da automatização.

Tudo indica que as aplicações mencionadas, principalmente os aspectos legais, requerem uma precisão cadastral. Já com respeito ao cidadão, aconselha-se basear zoneamentos de uso do solo e pareceres sobre o parcelamento numa carta-base de precisão satisfatória.

Quem vai fornecer esta base ao Modelo é o projeto “Unificação das Bases Cadastrais”, sigla UNIBASE, uma ação conjunta da FIDEM, das empresas concessionárias e das Prefeituras Municipais.

Este projeto vai gerar, a partir do começo de 1986, cartas de traço, nas escalas 1: 1000 e 1: 5000, com conteúdo e precisão cadastral. Para fins de atualização, será adotada uma metodologia que combina elementos terrestres com fotogramétricos complementares.

O espaço não permite entrar em mais detalhes.

Importante no presente contexto é que uma carta-base será nosso “corpo receptor” para as in-



formações temáticas, e que a escala de entrada e armazenamento digital será 1: 5000. Fig. 2

A Intenção é de atender, tanto a entrada quanto a saída, através de uma **única** versão digital da carta-base em 1: 5000, pressupondo, isto é claro, um tratamento prévio ou posterior, dependendo da escala do documento de entrada ou de saída.

Propomos esta, para bem dizer, “camisa de força”, por três motivos:

1º: Só haverá atualização permanente desta carta-base e de mais nenhuma.

2º: O tratamento digital de cartas-base é bastante dispendioso em termos de memória magnética e de atualização através de digitalização.

3º: Queremos evitar que o traçado de cartas distintas difira, quando não for em função de escalas diferentes.

Para obter este resultado, deve ser feito um nivelamento de precisão, até em detrimento de cartas de entrada com uma escala acima de 1: 5000.

Como estas cartas ou plantas originárias continuam existindo, não haverá perigo de perda de informação. Apenas forçamos a integração correta e compatível da informação mais detalhada no conjunto maior para utilizações derivadas.

Um caminho possível, para viabilizar este procedimento, pode ser o redesenho da informação temática em cima da carta-base plotada automaticamente. A escala do “plot” pode ser ajustada à escala da carta de entrada para facilitar a transparência. O principal neste processo é que se consiga coincidência do traçado entre base e tema aonde elas apresentam objetos idênticos na realidade.

Antes de aprofundar este aspecto, ou seja, a relação entre base e tema, gostaria de chamar atenção para o possível uso múltiplo da carta-base confeccionada pelo projeto UNIBASE. Fig. 3

O que vale para a utilização da carta-base convencional, vale também para sua prevista forma digital. Duas empresas concessionárias já estão interessadas em automatizar seu Cadastro de Re-

des, o que se efetuará com mais facilidade dispondo já da carta-base em forma digital.

## CARTOGRAFIA AUTOMÁTICA PARA TEMA DO PLANEJAMENTO

Para retomar a questão da relação entre base e tema, deve ser esclarecido o seguinte aspecto:

Se a automatização da produção cartográfica tem como objetivo reproduzir, simplesmente de forma automática, o que já existe em forma convencional ou o que pode ser conseguido, facilmente, através de métodos convencionais da cartografia, tudo indica que não vale o gasto, principalmente, levando em consideração o atual contexto sócio-econômico. Os produtos não serão mais baratos e muito menos bem feitos em termos de estética cartográfica. No mínimo, vale esta constatação para a cartografia temática no planejamento metropolitano. No caso de um órgão como, por exemplo, o IBGE, esta questão coloca-se de maneira bem diferente.

O nosso usuário principal, o planejador, é o usuário mais exigente que se possa imaginar, não apenas com relação à variedade e volume das informações, mas também com relação à liberdade de cruzar e combinar estas informações conforme a sua necessidade atual.

No caso da cartografia automática, estas exigências chocam-se ainda com o atual nível de maturidade do geoprocessamento. O geoprocessamento surgiu em função de aplicações muito menos complexas do que o planejamento.

Por exemplo, o nosso equipamento, em particular o “plotter”, apresenta restrições enormes com relação à riqueza de formas de apresentação gráfica da cartografia convencional.

O desenho através de esferográfica, com seus traços fortes e de intensidade quase idêntica para todas as cores, faz com que seja extremamente di-



fácil ressaltar o tema através da coloração.

Áreas só podem ser coloridas através de texturas de hachuras. E, por fim, em consequência das particularidades da ferramenta esferográfica, deve-se minimizar a duplicidade, o paralelismo de traços quando estes se referem a objetos idênticos na realidade. Via de regra, aparecerá a informação mais importante no contexto daquele tema suprimindo as outras menos essenciais. Fig. 2

Vemos, então, que a adaptação dos temas à base, o tratamento prévio para a digitalização, implica mais do que o problema de escalas diferentes. Implica decisões sobre a substituição ou coexistência de informações da base e do tema, e até dos próprios temas entre si.

Estas decisões trazem consigo consequências práticas para a digitalização. Caso uma linha tenha mais de um significado, é oportuno que ela receba, no ato da digitalização, todas as respectivas chaves de objeto, ou seja, a sua codificação semântica. Fig. 4

Esta quadrícula de 1 Km<sup>2</sup> mostra um recorte da nossa carta-base preliminar, ainda sem precisão cadastral, servindo como objetivo de vários estudos.

As faces de quadra receberam o código comum para todas as quadras urbanas (além do código individual extraído do Cadastro Imobiliário) e um outro código que indica a classe da via limítima (por exemplo, via local, coletora, expressa, etc.) Esta informação não é meramente topográfica, ela já é temática no sentido de criar um elo para fins do planejamento de transporte. Fig. 5

Aproveitando então esta codificação diferenciada, podemos mostrar um pequeno ato de generalização cartográfica, selecionando apenas as vias acima de nível local. Esta diminuição do conteúdo da carta-base é muito útil para o mapeamento de temas para os quais se recomenda ter um referencial básico menos denso.

(Como fica visível, ainda não resolvemos o fechamento automático das lacunas provocadas pela seleção.

Da mesma forma, ainda está para resolver a questão da diferenciação gráfica da toponímia, assim como sua alocação adequada com vistas a possíveis intersecções com informações temáticas).

O mesmo instrumento, a codificação diferenciada do mesmo traço, servirá para criar os referenciais estatísticos, como, por exemplo, Setores Censitários, os quais serão formados por conjuntos de quadras urbanas, incluindo, quando for o caso, partes do solo não ocupado.

Por enquanto, temos apenas a possibilidade de avaliar dados urbanísticos selecionados do Cadastro Imobiliário a nível de quadra. Fig. 6

Está claro, que nas áreas de invasão (elas não receberam hachura em função da falta de dados de Cadastro) a fonte de informação deve ser outra.

Para voltar à questão geral, a caracterização das exigências do planejamento à cartografia automática, vemos que a coisa é mais difícil, ainda, por conta da restrição das formas de apresentação gráfica do nosso equipamento de saída.

Felizmente, o GRADIS 2000 oferece um dispositivo para desvincular a forma da apresentação gráfica de um elemento cartográfico da informação geométrica que se apresenta, basicamente, como uma sequência de coordenadas. Este dispositivo é a assim chamada "técnica das tabelas".

Fig. 7

Esta técnica permite, não apenas que a forma final de apresentação gráfica seja ajustada de maneira flexível ao conteúdo do tema, mas também, junto com a codificação classificatória dos objetos cartográficos, que o próprio conteúdo do tema possa variar, ou seja, ser "recomposto" conforme as necessidades do usuário.

Consideramos desejável e viável, a médio prazo, chegar à uma automatização, pelo menos parcial, do confeccionamento dos temas recompos-



tos ou opcionais, no sentido de, quando se sabe o conteúdo do tema a ser plotado, dado pelas respectivas chaves de objeto, alocar, automaticamente, as tabelas que atendem, graficamente, da melhor forma, aquele conjunto de informações.

É claro que isto já pressupõe um acervo de experiências práticas com esse procedimento, principalmente, no que tange à compatibilização gráfica do conteúdo dos novos temas. Como primeiro passo para adquirir essa experiência, estamos desenhando, em transparências para retroprojeter, todos os sub-temas constantes do Modelo. Cruzando estas informações, ainda manualmente, de forma que elas gerem os overleis esperados com vista à demanda previsível, teremos condições para

- analisar as formas adequadas de apresentação gráfica por cada composição temática;

- racionalizar confeccionamento e utilização das tabelas no sentido de um uso múltiplo da mesma tabela para diversas finalidades;

- estudar possibilidades de padronização ou normalização gráfica, levando em conta as normas vigentes ou práticas usuais, a fim de aproximar, o máximo possível, dentro das limitações técnicas do equipamento, a simbologia automática à convencional.

## A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA NO GEOPROCESSAMENTO

A generalização cartográfica, um método indispensável e fundamental quando se trabalha com várias escalas e mais ainda com mapeamento temáticos, quando aplicado ao geoprocessamento enfrenta problemas enormes em função do pouco desenvolvimento desta tecnologia. Fig. 8

Vamos ver que tipos de generalização existem. Dos sete tipos mostrados na transparência - tentei uma tradução do livro de Guenter Hake, Kartographie I - alguns podem ser realizados, automaticamente, com o nosso equipamento. Por exemplo, nº 6, tipificação de símbolos isolados ou alteração e simplificação de traçados.

Igualmente viável é o nº 5, seleção, como já mostrei no caso da nossa carta-base.

Todos os demais tipos de generalização, por enquanto, não são realizáveis, automaticamente, por falta de programas específicos. Como é facilmente visível, estes processos levariam a um deslocamento ou afastamento do gráfico de sua geometria, originalmente, digitalizado. Existem funções para calcular linhas paralelas, mas assim que houver uma compilação ou ramificação da figura gráfica, o processo não terá mais apoio automático.

A médio prazo, atacaremos a tarefa de criar mais apoio automático, porém, achamos muito indicado e desejável estabelecer um intercâmbio de experiências, idéias e soluções com todos aqueles, sejam pesquisadores de institutos e universidades ou especialistas em Prefeituras, órgãos metropolitanos etc., que de uma ou outra maneira estão envolvidos neste tipo de trabalho.

Geralmente, as empresas que comercializam equipamentos gráficos não investem nesse tipo de aplicação, porque é muito dispendioso e encontra uma demanda pouco lucrativa, quase que, exclusivamente, limitada a alguns órgãos públicos de bastante porte.

Na República Federal da Alemanha, por exemplo, as grandes Prefeituras fundaram uma associação dedicada ao desenvolvimento, em conjunto, de programas especiais para cartografia, estatística e planejamento. Pessoalmente, acho que, num futuro não muito remoto, o Brasil deve enveredar por um caminho semelhante para evitar gastos e desgastes desnecessários.



## COMPOSIÇÃO DO MODELO

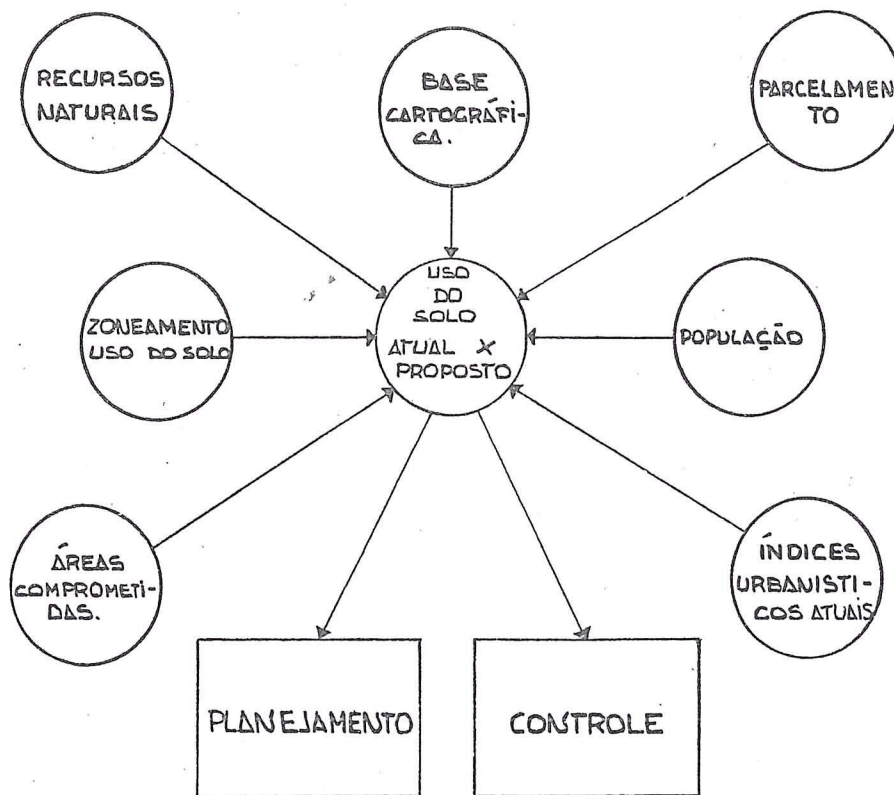


FIGURA 1

### MODELO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES DO USO DO SOLO (MIUS) - FIDEM/RMR GEOPROCESSAMENTO NO PLANEJAMENTO METROPOLITANO

#### ESCALAS DE ENTRADA, ARMAZENAMENTO E SAÍDA

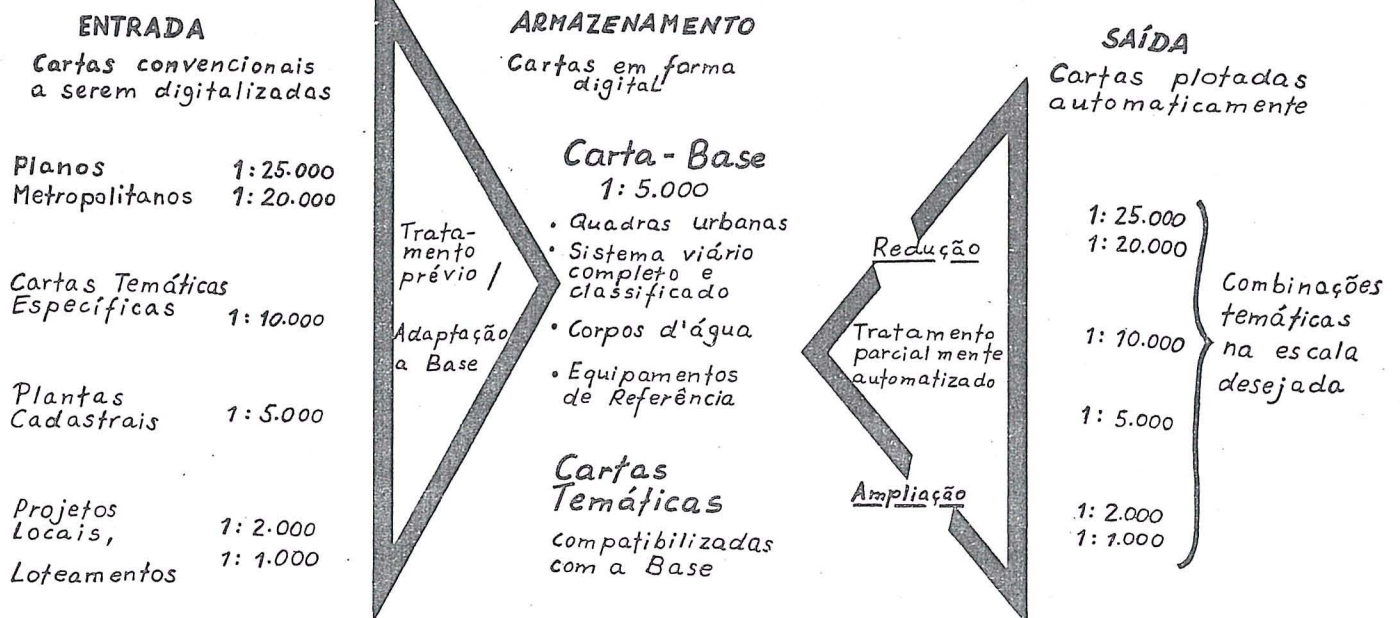


FIGURA 2







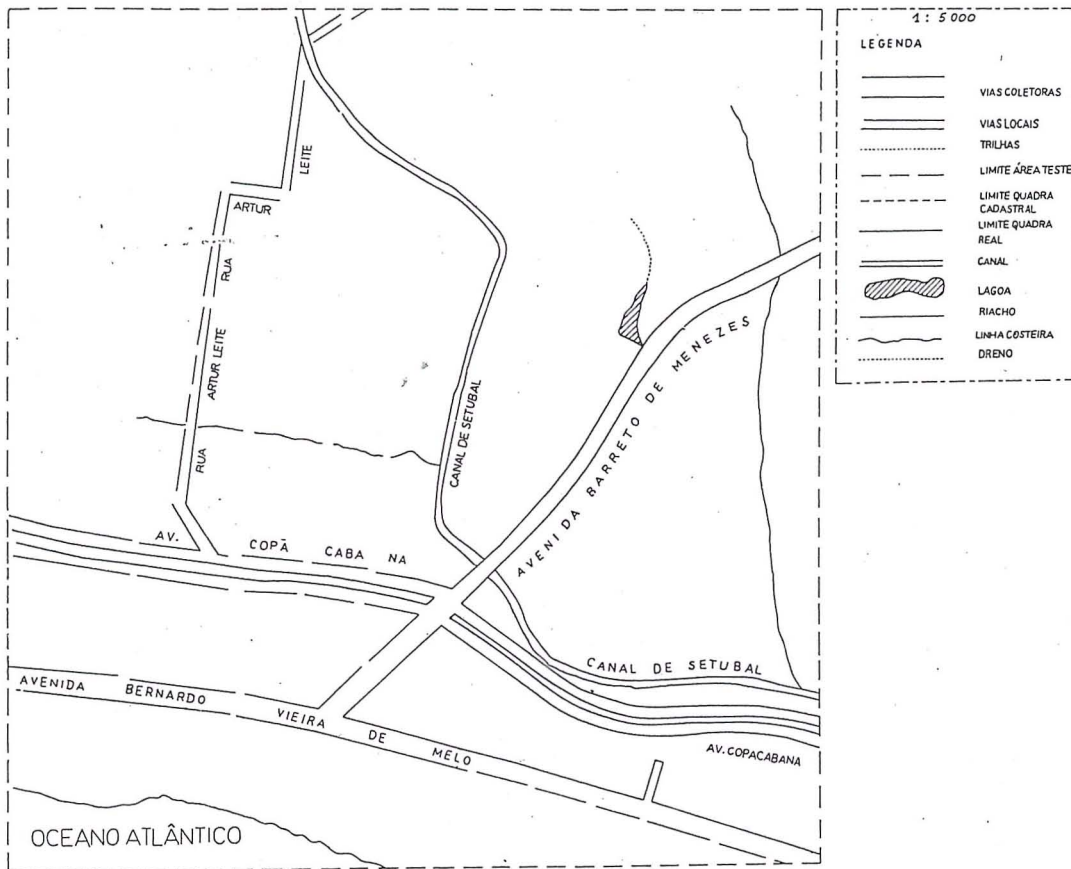


FIGURA 5

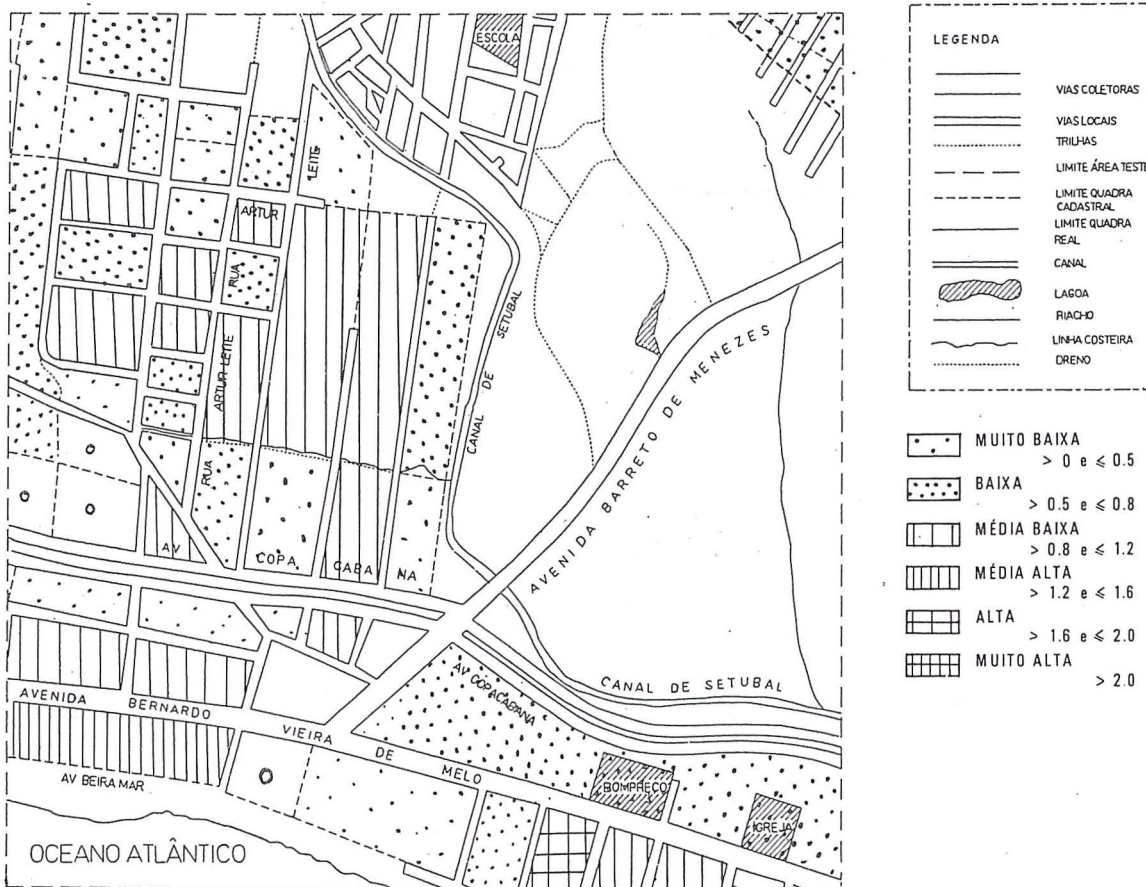


FIGURA 6



**MODELO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES DO USO DO SOLO (MIUS)- FIDEM /RMR**  
**GEOPROCESSAMENTO NO PLANEJAMENTO METROPOLITANO**

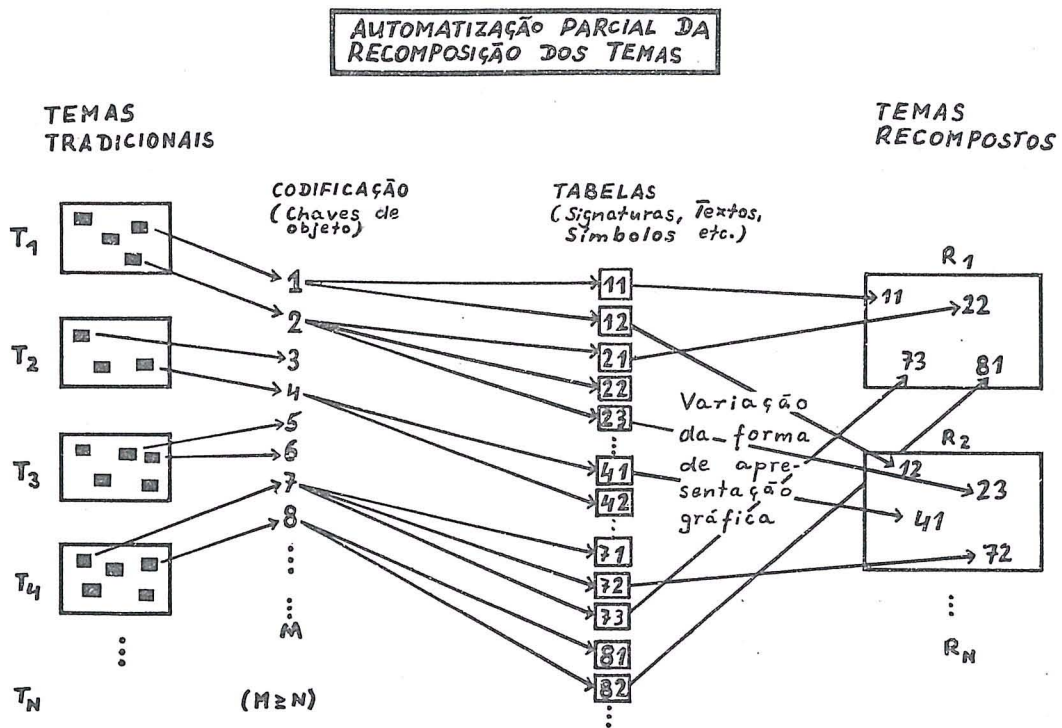


FIGURA 7

**MODELO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES DO USO DO SOLO**  
**GEOPROCESSAMENTO NO PLANEJAMENTO METROPOLITANO**

**PROCESSOS BÁSICOS DA GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA**

PROCESSO BÁSICO	FORMA DE APRESENTAÇÃO NA		
	CARTA ORIGINÁRIA	CARTA DERIVADA	
		ESCALA DA	
	CARTA ORIGINÁRIA	CARTA DERIVADA	
<b>GENERALIZAÇÃO ESTRUTURAL</b>			
1. SIMPLIFICAÇÃO			
2. AMPLIAÇÃO			
3. CONSUMO DE ESPAÇO			
<b>GENERALIZAÇÃO ESTRUTURAL E CONCEITUAL</b>			
4. SÍNTESE ou FUSÃO			
5. SELEÇÃO (resp. SUPRIMENTO)			
6. CLASSIFICAÇÃO resp. TIPIFICAÇÃO (incl. transformação em Signaturas)			
7. PONDERAÇÃO (p.e. DESTAQUE)			

Fonte: Günter Hake, *Kartographie I*, Walter de Gruyter, Berlin, New York 1975, p. 191  
 ISBN 3 11 005769 7

FIGURA 8



# ORTOFOTO

*Cap. Joviano Alfredo Lopes*

Uma ortofoto é uma fotografia mostrando imagens de objetos em suas verdadeiras posições ortográficas. Ortofotos são, portanto, geometricamente, equivalentes as cartas planimétricas com linhas e símbolos convencionais que também mostram as verdadeiras posições ortográficas de objetos.

A maior diferença entre uma ortofoto e uma carta é que uma ortofoto é composta de imagens do terreno, ao passo que as cartas utilizam linhas e símbolos, em escala, para representá-los.

Pelo fato de serem, planimetricamente, corretas, ortofotos podem ser usadas como cartas para medições diretas de distâncias, ângulos, posições e áreas, sem necessidade de correções para deslocamentos de imagem. Isto, é claro, não pode ser feito com fotos oblíquas.

Ortofotos são produzidas de fotos perspectivas (normalmente fotografias aéreas) através de um processo chamado RETIFICAÇÃO OU TRANSFORMAÇÃO DIFERENCIAL, que elimina deslocamentos da imagem devidos a inclinações da fotografia e ao relevo do terreno.

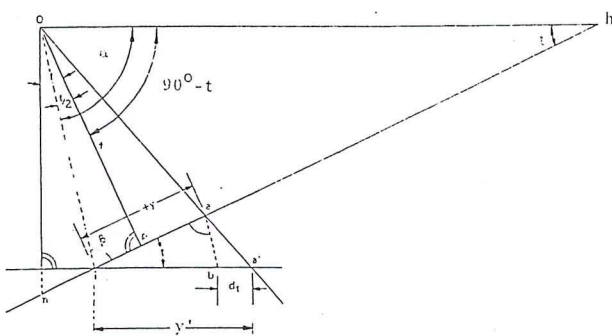


Figura 1: Deslocamento da imagem devido à inclinação da Câmara

O deslocamento da imagem devido à inclinação (Fig. 1) existe em uma foto, se no instante da exposição o plano da foto é inclinado em relação ao plano "datum".

Ao longo da paralela isométrica (linha passante pelo isocentro e perpendicular à direção da inclinação, isto é, interseção do plano da foto inclinada com o plano da foto vertical equivalente) representada, em vista de topo, pelo ponto "i" na figura 1, não há deslocamento em relação à fotografia vertical equivalente.

A magnitude do deslocamento "dt" pode ser deduzida através de considerações geométricas:

$$dt = y - y' = y \left(1 - \frac{y'}{y}\right) \quad (1)$$

$$\Delta Oah \sim iaa' \therefore \frac{y'}{y} = \frac{Oh}{ha} \quad (2)$$

$$\alpha = 90 - \frac{t}{2}; \beta = 180 - \alpha - t$$

$$\text{Daí, } \beta = 90 - \frac{t}{2} \cdot \text{Logo, } \alpha = \beta$$

Por conseguinte,  $Oh = hi$

$$\text{sent} = \frac{f}{Oh} \therefore Oh = \frac{f}{\text{sent}} = hi$$

$$ha = hi - ia = \frac{f}{\text{sent}} - y$$

$$\text{De (2), } ha = \frac{y \cdot Oh}{y'} = \frac{y}{y'} \cdot \frac{f}{\text{sent}} \therefore \frac{y}{y'} \cdot \frac{f}{\text{sent}} =$$

$$\frac{f}{\text{sent}} - y \therefore \frac{y'}{y} = \frac{f}{\text{sent}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{f}{\text{sent}} - y\right)}$$



Porém, de (1),  $dt = y(1 - \frac{y'}{y}) \therefore$

$$\therefore dt = y \left[ 1 - \frac{f}{\text{sent}} \cdot \frac{1}{(\frac{f}{\text{sent}} - y)} \right] \therefore$$

$$\therefore dt = y \left( 1 - \frac{f}{f - y \cdot \text{sent}} \right) = y \cdot \frac{f - y \cdot \text{sent} - f}{f - y \cdot \text{sent}}$$

$$\therefore dt = - \frac{y^2 \cdot \text{sent}}{f - y \cdot \text{sent}} = \frac{y^2 \cdot \text{sent}}{y \cdot \text{sent} - f}$$

$$\therefore dt = \frac{2}{y - \frac{f}{\text{sent}}} \quad (3)$$

onde "y" é a componente ao longo da linha principal da distância da imagem ao isocentro, ou seja, ao centro de irradiação dos deslocamentos da imagem devidos à inclinação, "f" é a distância focal da câmara e "t", o ângulo de inclinação da mesma.

Uma forma aproximada da Equação (3) é

$$dt \approx - \frac{y^2 \cdot \text{sent}}{f} \quad (3.a)$$

uma vez que o valor de "y", no denominador da equação exata, é, normalmente, pequeno em relação ao valor de "f/sent". O valor de "dt" é negativo porque o deslocamento do ponto imagem "a" dá-se na direção do isocentro "i".

A retificação elimina o efeito da inclinação e produz uma foto vertical equivalente. No processo de obtenção da ortofoto, isto é conseguido através da orientação absoluta do modelo estereoscópico.

A menos que o terreno seja perfeitamente plano, uma foto vertical equivalente, retificada, conterá, ainda, variações de escala como um resultado de deslocamentos de imagem devidos a variações do relevo.

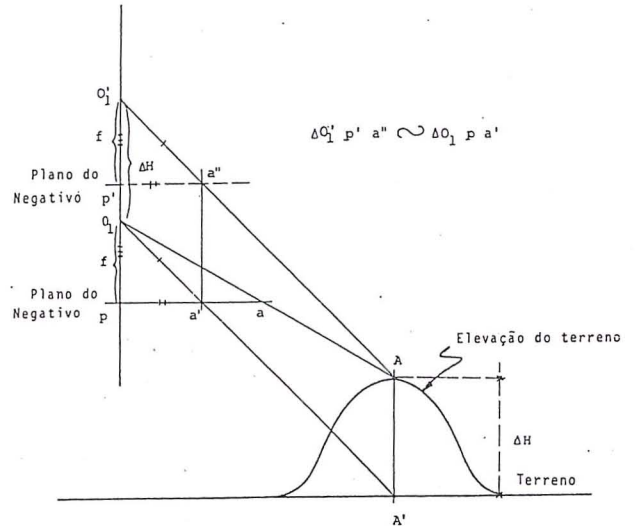
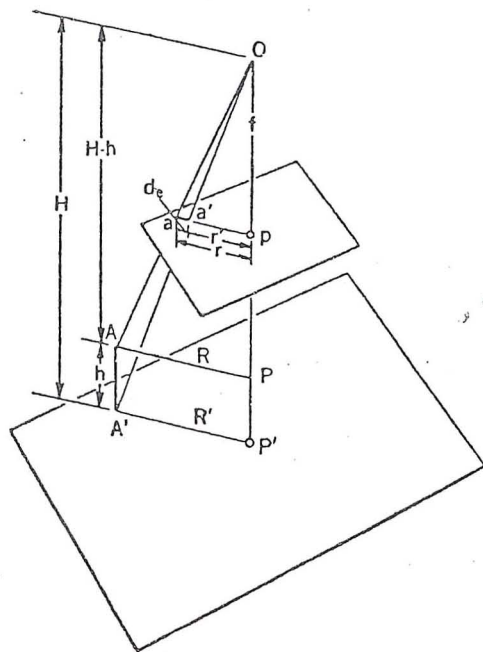


Figura 2: Deslocamento da Imagem devido ao Relevo

Repare a Fig. 2. O ponto "O<sub>1</sub>" representa o centro perspectivo durante a tomada da fotografia. A imagem do ponto "A" do terreno que interessa ao mapeamento deveria estar em "a". Entretanto, devido ao relevo, tal imagem aparece em "a'" na fotografia. Se, no entanto, o centro perspectivo sofresse um deslocamento vertical, para cima, "ΔH" igual à altura do ponto "A" do terreno, posicionando-se, portanto, em "O<sub>1</sub>'", por ocasião da exposição do negativo, ter-se-ia evitado o deslocamento devido ao relevo referente ao ponto "A". Teríamos, assim, a imagem "a" na foto correspondendo à verdadeira posição planimétrica do ponto considerado. Se para cada ponto do terreno tal procedimento ocorresse, teríamos uma fotografia aérea corrigida dos deslocamentos devidos ao relevo em todos os seus pontos (a semelhança dos triângulos O<sub>1</sub> p' a' e O<sub>1</sub> p a' mostra que p'a'' = pa'). Na prática isto não acontece, é claro.

No processo de remoção de deslocamentos do relevo de uma foto, variações de escala também são removidas e a escala torna-se constante em toda a foto. Qualquer foto que possua escala constante em todos os seus pontos é uma ortofoto, tendo a mesma precisão planimétrica que uma carta ou mapa.





A figura 3 oferece uma outra ilustração de um deslocamento (“de”) da imagem devido ao relevo. “A” é um objeto elevado sobre o solo, não verticalmente sobre a câmara, e “a” é a imagem. A imagem “a” é do topo “A” do objeto, e “a’” é, presumivelmente, a posição correta da imagem; daí, a distância de “a” a “a’” é o deslocamento da imagem causado pela altura “h” do objeto.

Na prática, “A” é, frequentemente, um detalhe sobre uma elevação do terreno. Por isso, a base “A’” não é visível e a imagem não aparece na fotografia. Contudo, a imagem “a” é considerada deslocada em relação à sua correta posição de mapeamento.

A direção do deslocamento da imagem devido ao relevo é radial, com respeito ao ponto nadir que é o centro de irradiação dos deslocamentos da imagem devidos ao relevo. Isto ocorre independentemente da intencional ou acidental inclinação da câmara aérea. O ponto nadir coincide com o ponto principal “p” (centro geométrico) no caso de uma fotografia aérea exatamente vertical.

A magnitude “de” do deslocamento da imagem, devido ao relevo de uma foto exatamente vertical, pode ser, também, deduzida geometricamente:

$$\overline{pa} = r; \overline{pa'} = r', dr = r - r' \quad (4)$$

$$\frac{f}{H} = \frac{r'}{\overline{P'A'}}; \frac{f}{H-h} = \frac{r}{\overline{PA}}; \overline{PA} = \overline{P'A'} \quad (5)$$

$$\text{Daí, } r' = \frac{f \cdot \overline{PA}}{H} \quad \text{e} \quad r = \frac{f \cdot \overline{PA}}{H-h}$$

$$\text{Logo, } dr = \frac{f \cdot \overline{PA}}{H-h} - \frac{f \cdot \overline{PA}}{H} =$$

$$= \frac{H \cdot f \cdot \overline{PA} - H \cdot f \cdot \overline{PA} + h \cdot f \cdot \overline{PA}}{H} \therefore$$

$$\therefore dr = r \cdot \frac{h}{H} \cdot \frac{f \cdot \overline{PA}}{H-h} \therefore \boxed{dr = r \cdot \frac{h}{H}} \quad (6)$$

$$\text{Da mesma forma, } dr = \frac{h}{H-h} \cdot \frac{f \cdot \overline{PA}}{H} \therefore$$

$$\therefore \boxed{dr = r' \cdot \frac{h}{H-h}} \quad (7)$$

O deslocamento da imagem, devido ao relevo, é corrigido diminuindo-se a distância entre o projetor do diapositivo central, referente ao conjunto de três fotografias consecutivas de uma faixa de vôo, e o plano do negativo, quer por elevação deste, quer por abaixamento daquele (solução analógica). Tal distância corresponderá à altura “h”, na escala do modelo, do ponto visto, estereoscopicamente, durante a varredura dos perfis do terreno. A correção do deslocamento da imagem, devido ao relevo, poderá, também, ser feita mediante variação da distância principal do projetor, combinada a um prisma de Dove (solução analítica).

Os parâmetros, nas equações (6) e (7), são indicados na figura: “r” é a distância, sobre a fotografia, do centro à imagem do topo do objeto; “r’” é a distância correspondente para a base do objeto; “h” é a altura do objeto, e “H” é a altitude de vôo da câmara em relação ao mesmo “datum” de “h”.



Ortofotocartas oferecem significativas vantagens, tanto sobre cartas, quanto sobre fotos aéreas (Ortofotocartas são ortofotografias acrescidas de informações marginais, quadriculagem, toponímia, etc). Isto porque as ortofotos possuem as vantagens de ambas.

Por um lado, ortofotos têm qualidades pictoriais de fotos aéreas porque as imagens de um infinito número de objetos, no terreno, podem ser reconhecidas e identificadas.

Por outro lado, devido ao fato de as imagens serem mostradas com exatidão planimétrica, medidas podem ser feitas, diretamente, sobre ortofotos, tal como é feito em cartas.

Engenheiros civis, engenheiros cartógrafos, planejadores, topógrafos, engenheiros florestais, geólogos, agrônomos, como exemplos, podem usar ortofotos, com vantagem, como cartas básicas para registro de observações de campo.

Ortofotocartas, no entanto, não oferecem qualquer informação a respeito de elevações. Podem servir como cartas planimétricas básicas sobre as quais são superpostas curvas de nível e o produto resultante é chamado de ORTOFOTOCARTA TOPOGRÁFICA. Tais curvas são, normalmente, obtidas em operação de restituição separada.

O uso de ortofotocartas como cartas básicas para curvas de nível, elimina a necessidade de restituição planimétrica e pode resultar em substancial economia de tempo.

Os instrumentos usados na produção de ortofotos podem, geralmente, ser classificados em uma das duas seguintes categorias:

(1) Aqueles que produzem imagens por projeção ótica direta e,

(2) Aqueles que produzem imagens eletronicamente.

Os instrumentos que produzem imagem por projeção ótica direta são, basicamente, versões modifica-

das dos restituidores de projeção ótica direta. Requerem um operador para funcionar.

Os instrumentos que produzem imagens, eletronicamente, são geralmente, automáticos, porém, seu custo é alto e, conseqüentemente, há um número limitado deles em uso.

Pode-se caracterizar duas fases durante a obtenção da ortofoto:

(1) Obtenção dos perfis do terreno de um modelo estereoscópico;

(2) Exposição do ortonegativo segundo os perfis varridos na fase anterior.

Diz-se, então, que os instrumentos de ortofoto dividem-se em dois tipos, dentro da categoria de projeção ótica direta: "ON-LINE" e "OFF-LINE".

Os instrumentos "ON-LINE" são aqueles nos quais a varredura dos perfis e a exposição do ortonegativo são combinadas através de uma operação simultânea simples. Nenhum registro de elevações é feito e o único produto da operação "ON-LINE" é o ortonegativo.

Os instrumentos "OFF-LINE", por outro lado, produzem ortofotos em duas operações distintas. Os perfis são, primeiramente, varridos e registrados, quer numa forma gráfica, quer numa forma digital. Subseqüentemente, estes perfis são lidos através de um instrumento que expõe, automaticamente, o ortonegativo sobre a base dos perfis.

Alguns instrumentos operam tanto em "ON-LINE" como em "OFF-LINE".

Podemos citar algumas vantagens dos instrumentos "OFF-LINE" sobre os instrumentos "ON-LINE". Os instrumentos "OFF-LINE" permitem:

1. Variar a velocidade de varredura na obtenção dos perfis, o que possibilita ao operador obter maior precisão em pormenores que assim o exigiam;



2. A obtenção dos perfís por diversos instrumentos, ao mesmo tempo, o que aumenta a velocidade de produção;

3. A exposição mais rápida, através do uso de filmes mais velozes, o que economiza tempo de gravação;

4. O armazenamento de perfís para utilização com outras fotografias mais atualizadas da mesma área;

5. A correção dos erros ocorridos por ocasião da varredura;

6. O teste dos modelos antes de serem retirados do instrumento, após a obtenção dos perfís;

7. A interrupção da varredura dos perfís em qualquer ponto;

8. A interpolação ótica dos perfís, muito útil em terrenos acidentados;

9. A determinação dos perfís pela marca índice, enquanto que, na maioria dos instrumentos "ON-LINE", a janela de varredura funciona como uma marca índice, o que acarreta maior imprecisão.

Concluindo, podemos dizer que, sendo a ortofoto um produto relativamente recente, se comparado com a carta convencional, e possuindo múltiplas e significativas vantagens sobre esta, poderá tornar-se, num futuro bem próximo, uma forte alternativa de mapeamento, e substituir, em grande parte, as tradicionais cartas de linhas e símbolos.

## BIBLIOGRAFIA

1. WOLF, Paul R.: "Elements of Photogrammetry", Mc Graw-Hill Book Company, Inc., Japão, 1974.

2. AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY: "Manual of Photogrammetry", 4ª ed., Chester C Slama (Editor Chefe), EUA, 1980.

3. DESTRI, Amauri Ribeiro: **Ortofoto**, Anotações de aula, Curso de Cartografia, Instituto Militar de Engenharia, não publicadas.

4. ANDRADE, Dinarte Francisco Pereira Nunes de: "Fotogrametria básica", Tomo I, Instituto Militar de Engenharia.

5. ARAÚJO, Ricardo Lomba de: "Fotogrametria I, Anotações de aula, Curso de Cartografia, Instituto Militar de Engenharia, não publicadas.

## CURRICULUM VITAE

Cap Com JOVIANO ALFREDO LOPES

. Ex-aluno do Colégio Militar do Rio de Janeiro (1968/72);

. Curso da Academia Militar das Agulhas Negras (Comunicações), Turma "31 de Março", 1976;

. Principal função exercida: Instrutor da AMAN, Curso de Comunicações (1981/83);

. Atualmente, é Aluno do 5º Ano do Curso de Graduação do IME (Cartografia)



# APLICAÇÕES MATRICIAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA

Wilson Alcântara Soares

## RESUMO

O estudo da óptica geométrica para sistemas ópticos simples, tais como os de lentes delgadas e únicas, não apresentam grandes dificuldades. Quando se parte para a análise de um sistema mais complexo, como, por exemplo, a objetiva de uma máquina fotográfica moderna, métrica ou não, torna-se quase impraticável seguir o comportamento das imagens e respectivos objetos, que, sucessivamente, são formados, lente por lente, através da objetiva, principalmente, no que diz respeito a equações detalhadas, o que faz com que apareçam várias equações com várias incógnitas.

A aplicação de matrizes simplifica sobremaneira o rastreamento do raio luminoso pela objetiva, ou em qualquer outro sistema óptico, sendo, praticamente, uma técnica do tipo "Ray Tracing", sendo que ainda tem a vantagem do uso de técnicas computacionais.

A proposta deste material é informar sobre mais uma ferramenta de trabalho para os estudiosos do assunto e, em particular, para os fotogrametristas, visando, quem sabe, servir de base para futuros trabalhos na área.

## 1. AS MATRIZES DE APLICAÇÃO

### 1.1. Matriz de Transmissão

A matriz de transmissão é aquela que caracteriza a passagem do raio luminoso por um meio homogêneo [2].

Na fig. 1.1 têm-se que  $e$  é a espessura do meio de propagação. O eixo  $x$  caracteriza o eixo óptico do sistema, considerando que o sistema não tem distorção descentrada. A cota do raio luminoso ao penetrar no meio é dada por  $y$  e ao sair por  $y'$ . A direção\* do raio luminoso é  $\theta$  ao penetrar no meio e  $\theta'$  ao sair.

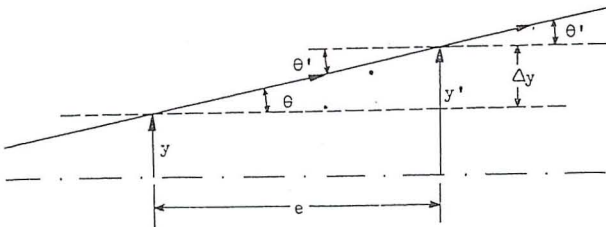


Fig 1.1

\* Direção é o ângulo que a reta suporte, do raio luminoso forma com a horizontal ( $\theta$ ).

A cota  $y'$ , com que o raio luminoso sai do meio de propagação, difere da cota de entrada  $y$  de um valor  $\Delta y$  fig 1.1, de onde se tira que

$$y + \Delta y = y' \quad (1.1)$$

sendo que a extensão de  $\Delta y$  é dada por

$$y = e \cdot \text{tg } \theta. \quad (1.2)$$

Para situações em que  $\theta$  é pequeno, têm-se

$$\theta = \text{tg } \theta, \text{ então:}$$

$$y = e \cdot \theta \text{ e a equação 1.1 transforma-se em}$$
$$y + e \cdot \theta = y' \quad (1.3)$$

A observação da fig. 1.1 leva à igualdade

$$\theta = \theta' \quad (1.4)$$

Monta-se o sistema abaixo

$$y + e \cdot \theta = y'$$
$$\theta = \theta'$$

A expressão matricial do sistema é,

$$\begin{bmatrix} 1 & e \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y \\ \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y' \\ \theta' \end{bmatrix}$$

Define-se a matriz de transmissão  $T$

$$T = \begin{bmatrix} 1 & e \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

### 1.2. Matriz de Refração

A refração ocorre quando um raio de luz muda de um meio de propagação  $A$  para um meio  $B$ . Na fig. 1.2.1,  $S$  é a superfície de separação dos dois meios, é o dióptro. O ponto de incidência, no meio  $A$ , e o ponto de refração, no meio  $B$



[3], são coincidentes, logo as suas respectivas cotas são iguais.

$$y = y' \quad (1.5)$$

As direções dos raios incidente e refratado são dadas por  $\theta$  e  $\theta'$ , respectivamente.

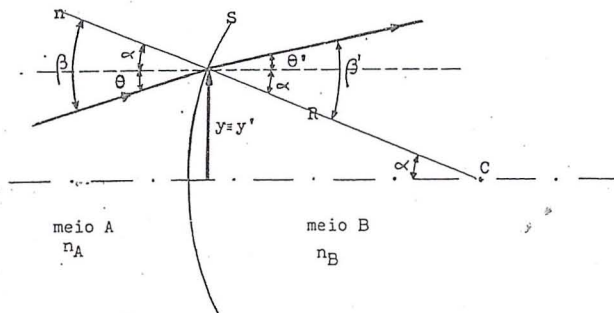


Fig 1.2

$R$  é o raio da superfície esférica  $S$ , cuja extremidade coincide com o ponto de incidência. A reta suporte de  $R$  é a normal à superfície,  $n$ .  $\beta$  e  $\beta'$  são, respectivamente, os ângulos de incidência e refração e  $\alpha$  é um ângulo auxiliar.

Da fig. 1.2.1, pode-se tirar as igualdades

$$\beta = \theta + \alpha \quad (1.6)$$

$$\beta' = \theta' + \alpha \quad (1.7); \text{ mas,}$$

$$\text{sen } \alpha = \frac{y}{R} = \frac{y'}{R} \quad \text{e, para } \alpha \text{ pequeno,}$$

$$\text{sen } \alpha = \alpha, \text{ então}$$

$$\alpha = \frac{y}{R} = \frac{y'}{R} \quad (1.8)$$

Aplicando-se a lei de Snell-Descartes [3], resulta:

$$n_A \cdot \text{sen } \beta = n_B \cdot \text{sen } \beta' \text{ e, para } \beta \text{ pequeno,}$$

$$n_A \cdot \beta = n_B \cdot \beta' \quad (1.9)$$

Substituindo-se as eqs. 1.7 em 1.9

vam a:

$$n_A \cdot (\theta + \alpha) = n_B \cdot (\theta' + \alpha), \text{ e as eqs. 1.8 le-$$

se em:

$$\frac{1}{R} \cdot \left( \frac{n_A}{n_B} - 1 \right) y + \frac{n_A}{n_B} \cdot \theta = \theta' \quad (1.10)$$

Com as equações 1.5 e 1.10, monta-se o sistema, após fazer

$$\frac{n_A}{n_B} = k:$$

$$y = y'$$

$$\frac{1}{R} (k - 1)y + k \cdot \theta = \theta'$$

Para simplificar a expressão, toma-se

$$\frac{1}{R} (k - 1) = r. \quad (1.11)$$

A expressão matricial do sistema, anteriormente, descrito é

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ r & k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y \\ \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y' \\ \theta' \end{bmatrix}.$$

Defini-se a matriz de refração por 2,1

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ r & k \end{bmatrix},$$

e as matrizes

$$M \begin{bmatrix} y \\ \theta \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad M' = \begin{bmatrix} y' \\ \theta' \end{bmatrix}.$$

A aplicação das matrizes de transmissão e de refração seriam expressas da forma

$$TM = M'$$

$$RM = M'$$

Para melhor acompanhamento do trajeto do raio luminoso pelo sistema óptico, acresce-se à matriz  $T$  e ao seu elemento  $e$ , um índice, que indica o meio de propagação por onde o raio de luz passa. Ex.:

$$T_1 = \begin{bmatrix} 1 & e_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad T_2 = \begin{bmatrix} 1 & e_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Procedimento análogo é feito com a matriz de refração, sendo o primeiro índice a referência ao primeiro meio de propagação, antes da refração. Como o elemento  $r$ , da matriz  $R$ , é uma função de  $k$ , somente coloca-se o índice indicativo da superfície à qual ele está associado (eq. 1.11.)

$$R_{AB} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ r1 & k_{AB} \end{bmatrix}, \quad \text{onde } k_{AB} = \frac{n_A}{n_B}$$

## 2. OS SISTEMAS ÓPTICOS

### 2.1. Sistema de uma Única Lente

Quando um raio luminoso atravessa um sistema óptico qualquer, ele sofre refrações e transmissões sucessivas. Por se rastrear o raio de luz pela aplicação das matrizes de tr.



missão e refração, onde couber. Tomemos, por exemplo, o sistema óptico que segue, que é uma objetiva simples [4].

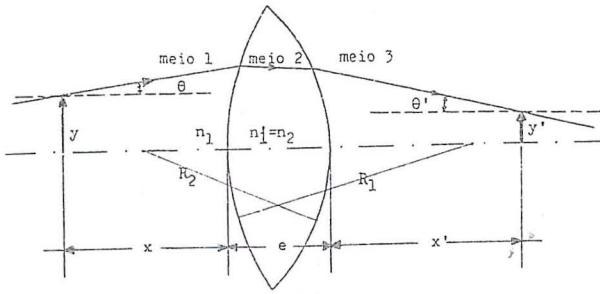


Fig. 2.1

Inicialmente, dispõem-se de um raio luminoso que parte de uma cota  $y$ , segundo um ângulo  $O$ . Este raio transmite-se no meio 1, cujo índice de refração absoluto é  $n_1$ . Sabe-se que o ponto de chegada, para a formação final da imagem, é o ponto de cota  $y'$  e direção  $O'$ , no meio de propagação 3.

$$\begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y \\ \theta \end{bmatrix} = T_1 \cdot M.$$

Após a transmissão no meio 1, ocorre refração do meio para o meio 2. Pré multiplica-se a matriz de transmissão, do caso anterior, pela matriz de refração de 1 para 2, caracterizando o rastreamento do raio luminoso.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ r_1 & k_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y \\ \theta \end{bmatrix} = R_{12} T_1 M$$

Agora ocorre a transmissão da luz no interior da lente de espessura  $e$ .

$$\begin{bmatrix} 1 & e \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ r_1 & k_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y \\ \theta \end{bmatrix} = T_2 R_{12} T_1 M$$

Quando dá ocorrência de uma nova refração, desta vez entre os meios 2 e 3,

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ r_2 & k_{23} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & e \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ r_1 & k_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y \\ \theta \end{bmatrix} = R_{12} T_2 R_{12} T_1 M$$

Por fim, há a propagação da luz até o ponto onde se forma a imagem. Este último meio de propagação tem a espessura  $x'$ , que é a distância da imagem até a lente, então:

$$\begin{bmatrix} 1 & x' \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ r_2 & k_{23} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & e \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ r_1 & k_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y \\ \theta \end{bmatrix} =$$

$$= T_3 R_{23} T_2 R_{12} T_1 M$$

À análise do problema nos fornece a informação que os sucessivos produtos matriciais levam à imagem, a qual é determinada pela matriz  $M'$ , logo

$$T_3 R_{23} T_2 R_{12} T_1 M = M' \quad (2.1)$$

que é a expressão matricial final.

## 2.2. Sistemas com várias lentes

### 2.2.a. Sistema com duas lentes

Na prática, o elemento de maior interesse é, justamente, a última expressão matricial escrita, como na página anterior. Agora será feita a análise em um sistema óptico constituído por duas lentes coladas. Um cálculo prévio seria necessário para a determinação dos elementos das matrizes constituintes do sistema. Nessa parte, o interesse é, apenas, o de determinar a seqüência correta dos produtos matriciais.

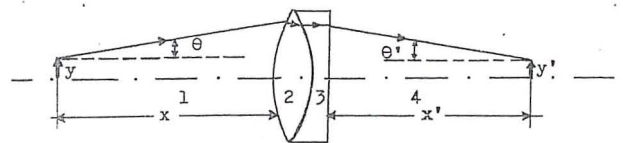


Fig. 2.2

$$T_4 R_{34} T_3 R_{23} T_2 R_{12} T_1 M = M'$$

### 2.2.b. Sistemas com várias lentes.

Com a figura do sistema óptico, segue a expressão matricial correspondente.

$$T_8 R_{78} T_7 R_{67} T_6 R_{56} T_5 R_{45} T_4 R_{34} T_3 R_{23} T_2 R_{12} T_1 M = M'$$



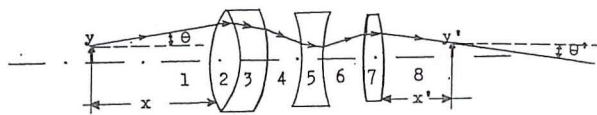


Fig: 2.3

### 2.2.c. Matrizes do sistema óptico

A expressão matricial entre as matrizes de transmissão mais extremas, carregam informações somente do sistema óptico, e por isso são chamadas de matrizes do sistema óptico. Nos casos anteriormente citados elas seriam expressas por:

I) Lente simples

$$S_1 = R_{23} T_2 R_{12}$$

II) Sistema de duas lentes

$$S_2 = R_{34} T_3 R_{23} T_2 R_{12}$$

III) Sistema de várias lentes

$$S_3 = R_{78} T_7 R_{67} T_6 R_{56} T_5 R_{45} T_4 R_{34} T_3 R_{23} T_2 R_{12}$$

Para os três casos acima, as equações matriciais poderiam ter sido escritas, simplificadamente, por

$$\begin{aligned} T_3 S_1 T_1 M &= M', \\ T_4 S_2 T_1 M &= M', \\ T_8 S_3 T_1 M &= M', \text{ respectivamente.} \end{aligned}$$

As matrizes acima descritas sempre serão da forma [4]

$$S = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Em um sistema genérico, a aplicação das matrizes seria  $T_n S T_1 M = M'$ , ou

$$\begin{bmatrix} 1 & x_n \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y \\ \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y' \\ \theta' \end{bmatrix}, \text{ logo}$$

$$\begin{bmatrix} a+c.x_n & b+d.x_n \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y+\theta.x_1 \\ \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y' \\ \theta' \end{bmatrix}, \text{ ou}$$

$$\begin{bmatrix} ay+a.x_1.\theta+c.x_n.y+c.x_n.x_1.\theta+b.\theta+d.x_n.\theta \\ cy+c.x_1.\theta+d.\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y' \\ \theta' \end{bmatrix}$$

Por igualdade entre as matrizes, após as devidas evidências, tira-se

$$(a+c.x_n)y + (a.x_1+c.x_1.x_n+b+d.x_n).\theta = y' \quad (2.3)$$

A equação 2.3 informa que, dos infinitos raios luminosos que partem da extremidade do objeto, com cota  $y$ , que atingem o sistema óptico, todos chegam na extremidade da imagem, a qual possui cota  $y'$ . Isto informa que, independente da orientação dos raios luminosos que partem do objeto, dada por  $\theta$ , caracterizando uma independência de  $\theta$ , logo o seu coeficiente deve ser nulo, então

$$a.x_1 + c.x_1.x_n + b + d.x_n = 0, \text{ que leva à}$$

$$x_n = - \frac{a.x_1 + b}{c.x_1 + d} \quad (2.4), \text{ onde}$$

$x_n$  é a distância da lente até a imagem;

$x_1$  é a distância do objeto até a lente;

$a, b, c$  e  $d$  são os elementos da matriz do sistema.

Observa-se a simplicidade dos cálculos com sistemas ópticos complexos, pois basta conhecer a matriz do sistema e a distância do objeto até o sistema, que é possível determinar a posição da imagem.

Outro elemento de fundamental importância é obtido a partir da equação 2.3, sem o termo em  $\theta$ , por ser o seu coeficiente nulo:

$$(a + c.x_n)y = y', \text{ ou}$$

$$a + c.x_n = \frac{y'}{y} \quad (2.5)$$

A equação 2.5 fornece a razão entre a cota do objeto e a cota da imagem [5], que é a ampliação, escala da foto em relação ao objeto, ou, ainda, o aumento linear transversal [5].

### 3. CONCLUSÃO

A aplicação de matrizes em óptica geométrica corresponderia a se ter uma matriz de transformação que relaciona



---

pontos do terreno com pontos da foto, a exemplo do que é feito em Fotogrametria.

A determinação da posição dos pontos nodais, distância focal equivalente e análise geral de um sistema óptico, é possível, à partir das matrizes dos sistemas ópticos, o que não é muito explorado em Fotogrametria. Têm-se em mão uma ferramenta de trabalho muito poderosa e que merece muita atenção, visando, inclusive, descobrir outras aplicações dentro de toda a sua potencialidade.

*Prof. Wilson Alcântara Soares*

CEFET - Pr. Av. Sete de Setembro, 3165  
Departamento de Física — 80.000 Curitiba Pr.  
UFPr - Centro Politécnico - Dep. de Física  
Jardim das Américas — 80.000 Curitiba Pr.  
Setor de Ciências Exatas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COX, A., ÓPTICA FOTOGRÁFICA. BARCELONA; Traduzido do Inglês por DURAN, R.S., 304p.
2. EISBERG, R.M. LERNER, L.S., FÍSICA FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES, vol. IV, São Paulo, Editora McGraw-Hill, 1983, 414p.
3. FERENC JR, M., CURSO DE FÍSICA - ONDAS (SOM E LUZ). São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda; 224p.
4. HERZBERGER, M., MODERN GEOMETRICAL OPTICS. New York, Interscience Publishers, Inc., 1958, 504p.
5. SEARS, FW. ZEMANSKY, M.W., FÍSICA - CALOR - ONDAS - ÓPTICA. Vol II, Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1973, 440p.

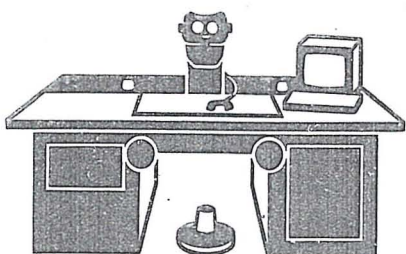


# Experiência e inovação: PHOC

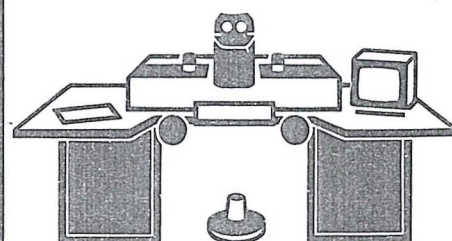
**PHO** PHOCUS – Um novo  
sistema universal  
direcionado para  
**CUS** fotogrametria e  
cartografia com bancos  
de dados estruturados  
e amplas funções  
de edição.

PHO  
CUS

PHO  
CUS



**P1**



Planicom

Estação Analítica Universal  
com grande capacidade de  
utilização.

Planicom



# PHOCUS com PLANICOMP Série P

Com mais de 10 anos de experiência no Sistema Planicomp C 100, a Carl Zeiss-RFA, desenvolveu um novo conceito em Sistemas de Cartografia e Fotogrametria.

Idéias novas, experiências em algumas centenas de Estações Analíticas e moderna engenharia em Software resultaram em uma nova geração de produtos.

Através da integração de Software atualizados e de novos componentes de Hardware é garantia da integração da Família Planicomp C 100 ao novo sistema.



Para maiores informações dirija-se a:

Carl Zeiss do Brasil Ltda.

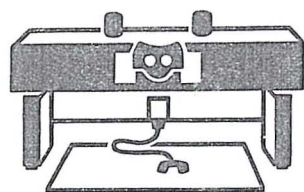
Av. Nações Unidas, 21711  
Santo Amaro  
Telex 11-22361  
CZEI BR

Telefax  
(011) 6245232  
Telefone  
(011) 524-4111 Pabx  
04795 550  
São Paulo · SP

# PHOCUS

# P2

Estação Analítica com sistema ótico do Planicomp associado ao sistema PHOCUS



# P3

Estação Analítica de baixo custo para substituir os aparelhos analógicos.

# Planicomp



# "APLICAÇÕES DAS IMAGENS DE SATÉLITES NO MAPEAMENTO CADASTRAL"

Prof. Dr. Carlos Loch  
Depto. de Eng<sup>a</sup> Civil — UFSC  
Caixa Postal 476 - 88.049 - Florianópolis - SC

Prof. Dr. Flavio Felipe Kirchner  
Pós-Graduação em Eng<sup>a</sup> Florestal — UFPR  
Caixa Postal 2950 - 88.030 - Curitiba - Pr

## 1. INTRODUÇÃO

Considerando as dificuldades de acompanhamento da paisagem de um país com dimensões continentais como o Brasil, é importante que se conheçam todos os meios possíveis para resolver o problema.

O desenvolvimento tecnológico, em termos de Sensoriamento Remoto, é surpreendente nestes últimos anos, de tal forma, que já se pode obter informações rápidas e seguras da cobertura florestal ou mesmo o uso da terra em geral, de um município ou região de interesse.

O mapeamento cadastral é este conjunto de mapas que registram as principais características de uma região, como, por exemplo, a estrutura fundiária, as condições legais de propriedades, o uso da terra (seja agrícola, pecuária ou florestal), a rede viária, o parque industrial, a rede de drenagem, etc.

As imagens de satélite, considerando sua visão panorâmica e repetitividade, possibilitam fazer o acompanhamento da situação de um município ou região, utilizando-se, muitas vezes, apenas uma imagem.

As imagens de satélites tem a vantagem de serem utilizadas, digitalmente, como analogicamente, dependendo das condições que o usuário dispõe.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Quanto às imagens de satélites para fins de mapeamento da terra, o que existe de mais conhecido são as imagens do satélite Landsat, que é um satélite americano. Além deste sistema, existem vários outros conhecidos e em desenvolvimento, como por exemplo: MOMS - Rastreador Multiespectral Ótico - Eletrônico Modular, Satélite alemão. É o primeiro sistema modular testado com sucesso no espaço - resolução espacial - 20m

- SPOT - Systeme Probatoire D'Observation de la Terre. Primeiro satélite foi lançado no espaço, no início de 1986, efetuado pelo programa espacial francês.
- Resolução espacial no modo multiespectral é de 20m.
- Resolução espacial de modo pancromático é de 10m.

No Brasil, pouco se fez, ainda, com outras imagens ou produtos de satélite a não ser do sistema Landsat.

O sistema Landsat, atualmente em órbita, produz imagens do Mapeador Temático (TM) e do rastreador Multiespectral (MSS).

Existem dados do Mapeador Temático TM desde 16 de julho de 1982, quando foi lançado o Landsat 4, no espaço.

Segundo HORLER; AHERN (7), o Mapeador Temático, dos Landsat 4 e 5, produz bem mais informações por cena do que o MSS, o que pode ser constatado na tabela seguinte.

TM	MSS
banda 1 0,45 - 0,52 um	banda 4 0,50 - 0,60 um
banda 2 0,52 - 0,60 um	banda 5 0,60 - 0,70 um
banda 3 0,63 - 0,69 um	banda 6 0,70 - 0,80 um
banda 4 0,76 - 0,90 um	banda 7 0,80 - 1,10 um
banda 5 1,55 - 1,75 um	banda 8 10,4 - 12,6 um
banda 7 2,08 - 2,35 um	
banda 6 10,4 - 12,5 um	
níveis de cinza-256	126
campo de visada-185 Km	186 Km
resolução espacial-30m	79 m
altitude do satélite-705 Km	919 Km
freq. de cobertura-16 d	18 dias

Ref. HORLER ; AHERN 1986

De acordo com MALILA (9), fazendo uma comparação entre as imagens TM e MSS, percebeu-se uma superioridade geral para as imagens TM, isto sendo comprovado em confrontações de bandas espectrais individuais, variações de bandas e a resposta espectral dos objetos.

Para DESACHY et alii (6), a experiência mostra que a qualidade dos parâmetros da imagem tem grande influência nos resultados obtidos pelos usuários, o que dá às imagens TM melhores resultados do que às imagens MSS.

De acordo com METZLER; MALILA (10), já em 1984, foi lançado o Landsat 5 para que se pudesse corrigir alguns problemas de órbita com o Landsat 4 e assim aumentar o número de imagens disponíveis, uma vez que foram planejados para imagear o mesmo ponto com diferença de 8 dias, mantendo assim o programa previamente estabelecido.

As distorções geométricas nas imagens do mapeador temático, segundo BORGESON et alii (4), são função das características do sistema de sensores, variação de altitude e velocidade das plataformas, sendo que este autor sugere os modelos de colinearidade, polinômios de 1º e 2º graus, para a correção das distor-



ções, sempre comparando-os com os dados precisos coletados no terreno.

De acordo com SANTOS (11), as maiores e mais convenientes aplicações de cada canal do mapeador temático são:

Canais	Principais Aplicações
1	projetado para o mapeamento de águas costeiras, diferenciação entre o solo e vegetação sadias e diferenciação de tipo de vegetação;
2	projetado para estudar a reflectância da vegetação sadia;
3	é o canal mais importante para o estudo da vegetação, projetado para separar zonas com vegetação de zonas sem vegetação;
4	projetado para auxiliar na estimativa de biomassas e discriminação de corpos d'água;
5	fornece informações a respeito da umidade da vegetação e permite a separação entre nuvens e neve;
6	projetado para classificação vegetal e análise de "stress" e outros fenômenos térmicos
7	projetado para o mapeamento de formações rochosas.

- A superfície de projeção é definida pela órbita do satélite;

- A projeção é, praticamente, conforme, especialmente na área delimitada pelas varreduras do satélite;

- Todos os meridianos e paralelos são linhas curvas;

- A projeção é recomendada apenas para uma faixa estreita ao longo do traço da órbita.

O resultado de 32 metros para o erro interno das imagens TM, obtido através da transformação de similaridade, entre as coordenadas de projeção, mostram que a geometria do sistema é compatível com a planimetria de cartas topográficas em escalas iguais ou menores que 1/100.000, de acordo com informações contidas no trabalho de D' ALGE (5).

No mapeamento cadastral, é necessário que se tenha imagens com características geométricas, com a maior equivalência possível em relação aos mapas de mesma escala, fato que diminui os custos de processamento das imagens e permite que se compare os resultados da interpretação visual com os mapas temáticos existentes na área.

#### 4. SENSORIAMENTO REMOTO NO BRASIL

A maior concentração das pesquisas de Sensoriamento Remoto no Brasil está no Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), o qual tem o centro de recepção das imagens em Cachoeira Paulista e finalmente o centro de pesquisas em São José dos Campos, onde se tem vários cursos de Pós-Graduação ligados ao assunto.

O INPE, atualmente, está se empenhando para expandir o Sensoriamento Remoto no Brasil, criando laboratórios regionais em vários estados, onde está se fazendo pesquisas e aplicações regionais com as ima-

gens ou outros produtos de satélites.

Existem várias universidades brasileiras que fazem pesquisas, a nível de Mestrado e Doutorado, em Sensoriamento Remoto e suas aplicações, analisando as mais variadas áreas temáticas ou mesmo a pesquisa pura do sensor.

A tese de doutorado, recentemente concluída por LOCH (8), é um dos exemplos de trabalho de pesquisa em Universidade, tendo um apoio extraordinário do INPE.

Neste trabalho, fez-se o acompanhamento do município de Porto Vitória - PR, desde a época da colonização, tendo vários mapas fundiários da área de épocas diferentes, o cadastro técnico rural e, finalmente, várias datas com as imagens TM, complementando o trabalho com a avaliação do uso do solo e a rede viária municipal.

Atualmente, já existem vários órgãos de planejamento estaduais que estão utilizando o Sensoriamento para solucionar os seus problemas regionais.

Considerando a evolução tecnológica e o aumento da resolução espacial das imagens de satélite, as empresas de aerolevantamento e mesmo os órgãos encarregados do mapeamento, como o IBGE e o DSG, começaram a se interessar por esta área.

A disponibilidade e a repetitividade que se tem com as imagens de satélite, são elementos que permitem avaliar ou monitorar um fenômeno físico com bastante facilidade, o que se tornaria muito oneroso, caso fosse usar fotografias aéreas.

Quanto ao uso do Sensoriamento Remoto no Brasil, deve-se reconhecer que já existe muita pesquisa feita, existindo, portanto, ainda, um vasto campo de atuação e mesmo o número de especialistas ainda é



limitado para atender as necessidades do país.

## 5. PERSPECTIVAS PARA O SENSORIAMENTO REMOTO

O Sensoriamento Remoto é a esperança de que se viabilize a atualização dos mapas, no Brasil, uma vez que a natureza se altera, rapidamente, e, assim, é necessário que se mantenham os mapas temáticos de acordo com este dinamismo.

A inclusão do Sensoriamento Remoto no currículo de vários cursos de graduação, ligados à área, será uma forma de divulgação desta tecnologia e, ao mesmo tempo, formar-se um maior número de técnicos para utilizar esta ferramenta.

O debate em congressos e seminários, procurando integrar o Sensoriamento Remoto com o maior número de profissionais de áreas técnicas afins, fará com que haja maior conscientização a respeito do Sensoriamento Remoto.

A utilização de imagens de satélites na execução do primeiro mapeamento cadastral de um município permite maior uniformidade das atualizações subsequentes.

Quanto maior integração houver entre as áreas técnicas afins ao planejamento regional, maior será a utilização das imagens de satélite e, assim, ter-se-á um cadastro técnico cada vez mais multifinalitário.

## 6 - CONCLUSÕES

Está havendo uma evolução surpreendente em termos de satélites, para fins de mapeamento, nestes últimos anos.

O surgimento do satélite francês SPOT, do satélite japonês J-ERS, do satélite alemão MOMS e outros, junto com o mais tradicional, o Landsat, satélite americano, fizeram com que a resolução espacial das imagens já chegassem a 10 metros.

A repetitividade de imageamento da Terra, pelos sistemas de satélites, permitem uma avaliação contínua da evolução dos diversos fenômenos que estão ocorrendo na superfície da terra, sejam eles naturais ou provocados pelo homem.

A possibilidade de se avaliar as imagens de satélite, tanto digitalmente, como analogicamente, dão a elas a grande flexibilidade de utilização.

A interpretação digital permite uma grande otimização dos trabalhos, enquanto que a interpretação visual, apesar de ser mais lenta, permite que órgãos, sem maiores recursos em equipamentos, façam uso destas imagens para resolver uma série de problemas de terras que ocorrem em cada Estado.

O trabalho utilizado no município de Porto Vi-

tória - PR, durante a pesquisa de doutoramento, mostrou que as imagens de satélites permitiram delimitar propriedades que não haviam sido identificadas no trabalho de cadastro técnico, executado pelo Convênio ITCF/Baden-Wurtemberg, o que prova a necessidade e vantagem de se utilizar as imagens de satélites.

## 7. RECOMENDAÇÕES

É necessário que haja maiores esclarecimentos quanto à precisão geométrica das imagens de satélites, comparando-se com os mapas de projeção "UTM" que muitos usuários conhecem.

Deve haver maior integração de pesquisas das universidades com o Instituto de Pesquisas Espaciais, de tal forma que se possa gerar mais trabalhos práticos e científicos utilizando o Sensoriamento Remoto.

Quanto à questão de estrutura fundiária, seria conveniente realizar alguma pesquisa utilizando modelos analíticos ou a avaliação digital de imagens na identificação de parcelamento de propriedades, ou seja, na alteração da estrutura fundiária.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, P. C. G. **Utilização de imagens Landsat na Cartografia**. São José dos Campos, INPE, 1981. 42 p.
2. BENSON, A.R. et alii. Low-Cost aerial photographs of vegetation analysis. **Society of Photographic Scientists and Engineers**, London, 1976. Technical notes.
3. BENSON, A.R.; DE' GLORIA, S.D. Interpretation of Landsat-4 thematic mapper and multispectral scanner data for forest surveys. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Virginia, **51** (9): 1821 - 1920, 1985
4. BORGESON, W.T. et alii. Geometric accuracy of Landsat-5 thematic mapper images. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Virginia, **51** (12): 1893 - 1898, 1985.
5. D' ALGE, J.C.L.; MACHADO E SILVA, A.J.E. **Estudo comparativo entre a projeção UTM e a projeção SOM**. SÃO José dos Campos, INPE, 1986. 9 p.
6. DESACHY, J. et alii. Investigation of Landsat-4 thematic mapper line-to-line and band-to-band registration and relative detector calibration. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Virginia, **51** (9): 1291 - 1298, 1985.



- 
7. HORLER, D.N.H.; AHERN, F.J. Forestry information content of thematic mapper data. **International Journal of Remote Sensing**, London, **7** (3) : 405 - 428, 1986.
8. LOCH, C. **Monitoramento global integrado de propriedades rurais a nível municipal, utilizando técnicas de sensoriamento remoto**. Curitiba, 1988. 158 p. Tese Doutorado UFPR. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
9. MALILA, W. Comparison of the information contents of Landsat TM and MSS data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Virginia **51** (9): 1449 - 1457, 1985.
10. MELTZLER, M.D.; MALILA, W. Characterization contents of Landsat-4 - 5 thematic mapper data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Virginia **51** (9) : 1315 - 1330, 1985.
11. SANTOS, J.N.L. dos. **Pesquisa analítico-fotogramétrica de precisão geométrica de uma imagem Landsat MSS processada no Brasil**. Curitiba, 1983. 270 p. Dissertação Mestrado. UFPR. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas.
12. YOUNG, J.A.T. Remote Sensing and an experimental geographic information system for enviromental monitoring, resources planning and management. **International journal of Remote Sensing**, London, **7** (6) : 741 - 744, 1986.



# AEROFOTOGRAMETRIA: SIMPLICIDADE, QUALIDADE E PRECISÃO

Edson Rodrigues Torres  
- Engenheiro Civil,  
- Ex-Cartógrafo e Ex-Chefe da Seção de Restituição Aerofotogramétrica do extinto Departamento Geográfico do Estado de Minas Gerais (atual Instituto de Geociências Aplicadas I.G.A.,MG),

## 1.0. INTRODUÇÃO

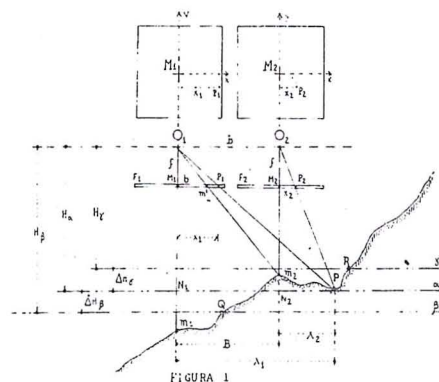
Em Fevereiro de 1971, o autor publicou a matéria "Sobre a precisão dos levantamentos aerofotogramétricos", no N° 16 da REVISTA DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA U.F.M.G.. Foi o primeiro e único trabalho versado sobre Aerofotogrametria até aquela época, publicado no Estado de Minas Gerais. Em 1969, o INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA, patrocinou o brilhante trabalho de um de seus renomados professores, intitulado "Seleção de Instrumentos Fotogramétricos". Seu autor, o Sr. Oficial do Exército R/1 Eng° José Moura Notari, teve o objetivo de tratar do assunto, de forma mais condensada, tendo em vista aqueles já familiarizados com a Ciência Aerofotogramétrica. No mesmo ano de 1969, a "DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO", publicou em seu ANUÁRIO N° 18, a matéria técnica "Levantamento Cadastral das Áreas Terminais da Ponte Rio-Niterói", de autoria do Sr. Oficial R/1 Eng° Ney da Fonseca (também professor do I.M.E.). Pode-se dizer que tal trabalho complementa o primeiro citado acima (Seleção dos Instrumentos Fotogramétricos), na medida em que usou, com êxito, a teoria exposta em levantamento real. O artigo técnico do Sr. Eng° José Moura Notari, ao tratar, estatisticamente, a variação dos erros acidentais, o fez de forma pouco detalhada, como convinha ao objetivo a que se propôs. Em 1967, o ANUÁRIO N° 17 da DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO, apresentou o belo estudo "Avaliação da Precisão de uma Carta pelo Erro Médio Quadrático", do Exmo Sr. Gen. R/1 Eng° Moyses Castello Branco Filho (também Professor do INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA) que tratou do aspecto estatístico, com simplicidade, clareza e profundidade, características muito comuns nos trabalhos daquele Professor. A matéria "Sobre a precisão dos levantamentos aerofotogramétricos", citado inicialmente, pretendeu ser a síntese, em certo sentido, dos outros três trabalhos (acima citados). Pretendeu também, através de uma linguagem mais acessível, transmitir o assunto aos Engenheiros não especialistas no mesmo. Erros de impressão e outros por simples distração, não lhe tiraram o mérito. A partir de Fevereiro de 1971, outras matérias foram publicadas sobre o tema, com brilhantismo, diga-se de passagem, na REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA, principalmente nos N° 2 (Pág. 18), N° 17 (Pág. 42) e N° 22 (Pág. 53), respectivamente, como se pode ver na bibliografia a ser citada. No presente trabalho, o autor teve o objetivo de apresentar aspectos da Ciência Fotogramétrica, não incluídos no anterior, publicado em Fevereiro de 1971. O item 2.0., ao tratar das medidas altimétricas, pretendeu transmitir aos Engenheiros Cívís, de Minas, Geólogos e Bacharéis em Geografia, conhecimentos mais detalhados de tais medidas feitas com

- Sócio Efetivo da Sociedade Brasileira de Cartografia,  
- Ex-Professor de Cartografia, Desenho Geológico e Topografia da Universidade Federal de Minas Gerais,  
- Ex-Chefe de Equipes de Projetos Rodoviários (Geometria) do DER-MG  
- Engenheiro de Projetos Viários de Empresas de Consultoria.

Estereoscópios e respectivas Barras de Parallaxe, e até mesmo com os Estereomicrometros. Os outros itens, fornecem aos Engenheiros Cívís, os conhecimentos mais profundos da Ciência Fotogramétrica, tendo em vista a aplicação das Cartas nos projetos e obras em geral.

## 2.0. SOBRE AS MEDIDAS ALTIMÉTRICAS

Considere-se a Fig. 1, onde:



- $F_1$  e  $F_2$  - Par de fotos aéreas;  
 $f$  - Distância focal;  
 $M_1$  e  $M_2$  - Pontos principais de cada foto, respectivamente;  
 $m_1$  e  $m_2$  - Pontos do terreno, correspondentes, respectivamente, aos pontos principais das fotos;  
 $H_\alpha$  - Altura média de vôo, correspondente ao plano horizontal médio  $\alpha$  que contem o ponto P do terreno;  
 $H_\gamma$  - Altura de vôo correspondente ao plano horizontal  $\gamma$ , que contem o ponto R do terreno;  
 $H_\beta$  - Altura de vôo correspondente ao plano  $\beta$ , que contem o ponto Q do terreno;  
 $P_1$  e  $P_2$  - Imagens do ponto P (do terreno), em cada foto, respectivamente;  
B - Aero-base;  
b - Foto-base da foto 1;  
 $m_2$  - Imagem na foto 1, do ponto  $m_2$  do terreno;  
 $x_1$  e  $x_2$  - Abscissas das imagens  $P_1$  e  $P_2$  em cada foto, respectivamente;  
 $X_1$  e  $X_2$  - Abscissas do ponto P em relação aos pontos  $m_1$  e  $m_2$ , respectivamente;  
 $\Delta H_\gamma$  - Diferença de nível entre os planos  $\gamma$  e  $\alpha$ ;  
 $\Delta H_\beta$  - Diferença de nível entre os planos  $\alpha$  e  $\beta$ .

Por semelhança de triângulos ( $O_1M_1P_1 \sim O_1N_1P$  e  $O_2M_2P_2 \sim O_2N_2P$ ), temos:

$$\frac{x_1}{X_1} = \frac{x_2}{X_2} = \frac{f}{H_\alpha} \quad \frac{x_1 - x_2}{X_1 - X_2} = \frac{f}{H_\alpha} \quad \therefore \frac{p_{X\alpha}}{B} = \frac{f}{H_\alpha} \quad (2.1)$$

Na fórmula (2.1),  $p_{X\alpha} = x_1 - x_2$ , é a "PARALAXE ESTEREOSCÓPICA LINEAR" do ponto P, e  $B = X_1 - X_2$  é a aero-base.

Como B e f são constantes e a altura de vôo  $H_\alpha$  é constante para todos os pontos do plano horizontal  $\alpha$ , conclui-se que  $p_{X\alpha} = x_1 - x_2$ , será constante para todos os pontos do plano  $\alpha$ . Se tomarmos outros dois pontos do terreno R e Q, pertencentes, respectivamente, aos planos  $\gamma$  e  $\beta$ , poderemos proceder como no caso do ponto P e chegar às relações:

$$\frac{p_{X\gamma}}{B} = \frac{f}{H_\gamma} \quad (2.2) \quad \text{e} \quad \frac{p_{X\beta}}{B} = \frac{f}{H_\beta} \quad (2.3)$$

Note-se que o plano  $\gamma$  tem cota superior à do plano  $\alpha$  e o plano  $\beta$  tem cota inferior. Por intermédio das fórmulas (2.1) e (2.2), pode-se obter o desnível  $\Delta H_\gamma$  entre os planos  $\alpha$  e  $\gamma$ , em função da diferença das "paralaxes estereoscópicas"  $p_{X\alpha}$  e  $p_{X\gamma}$ .

Assim:

$$p_{X\gamma} - p_{X\alpha} = \frac{Bf}{H_\gamma} - \frac{Bf}{H_\alpha}$$

Fazendo  $p_{X\gamma} - p_{X\alpha} = \Delta p_{\gamma\alpha}$ , ter-se-á:

$$\Delta p_{\gamma\alpha} = \frac{Bf(H_\alpha - H_\gamma)}{H_\gamma \cdot H_\alpha} \quad \therefore \Delta p_{\gamma\alpha} = \frac{Bf \cdot \Delta H_\gamma}{H_\alpha^2 - H_\alpha \cdot \Delta H_\gamma}$$

pois  $H_\alpha - H_\gamma = H_\gamma$  e  $H_\gamma = H_\alpha - \Delta H_\gamma$ .

Desenvolvendo, convenientemente:

$$\Delta H_\gamma = H_\alpha^2 \cdot \frac{\Delta p_{\gamma\alpha}}{Bf + \Delta p_{\alpha\beta} \cdot H_\alpha} \quad (2.4)$$

Do mesmo modo, desenvolvendo as fórmulas (2.1) e (2.3), chegaremos a:

$$\Delta H_\beta = H_\alpha^2 \cdot \frac{\Delta p_{\alpha\beta}}{Bf - \Delta p_{\alpha\beta} \cdot H_\alpha} \quad (2.5)$$

Em termos genéricos, fazendo:

$\Delta H_\gamma$  e  $\Delta H_\beta = \Delta h$  (Diferença de nível entre dois pontos do terreno);

$H_\alpha = H_v$  (Altura média de vôo) e  $\Delta p_{\gamma\alpha}$  e  $\Delta p_{\alpha\beta} = \Delta p_X$  (Diferença das medidas estereoscópicas lineares), teremos então a fórmula geral:

$$\Delta h = H_v^2 \cdot \frac{p_X}{Bf \pm \Delta p_X \cdot H_v} \quad (2.6)$$

Na fórmula (2.6), se adotássemos como plano de referência

o que contém o ponto  $m_2$  (do terreno), isto é, o plano horizontal que secciona o terreno e que contém o ponto nadir  $m_2$ , a altura de vôo H de referência, seria em relação a tal plano. Assim, poder-se-ia, então, (Ver Fig. 1) substituir B.f pelo seu novo valor, ou seja:

$$\frac{b}{B} = \frac{f}{H} \quad \therefore B.f = b.H \quad (\text{Onde } b \text{ é a foto-base da foto 1}).$$

A fórmula (2.6), ficaria então:

$$\Delta H = H \cdot \frac{p_X}{b \pm \Delta p_X} \quad (2.7)$$

Tal fórmula é usada nas medidas com os ESTEREOMICRÔMETROS, podendo ser simplificada, em função da precisão desejada. Tal simplificação, feita através de "Desenvolvimento em Séries", leva ao seguinte resultado:

$$\Delta H = H \cdot \frac{\Delta p_X}{b} \quad (2.8)$$

(Recomenda-se a leitura do trabalho técnico "O processo do Major Emilio Wolf para o emprego dos Estereomicrômetros", citado na bibliografia).

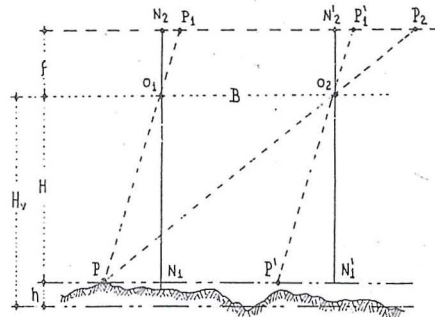


FIGURA 2

Por outro lado, sejam, na Fig. 2, os elementos das duas fotos  $P_1$  e  $P_2$ , obtidas com a altura de vôo  $H_v$  e distância focal igual a f, bem como:

H - Altura de vôo em relação ao ponto P do terreno;

$N_2$  e  $N_2'$  - Pontos principais das fotos;

h - Altura do ponto P em relação ao plano de referência;

B - Base-aérea;

P - Ponto do terreno.

Chamando de  $\overline{N_2 P_1} = x_1$  e  $\overline{N_2' P_2} = x_2$  as abscissas das imagens em cada foto, teremos, então,  $p_X = x_2 - x_1$ , chamada PARALAXE ESTEREOSCÓPICA LINEAR.

Traçando por  $O_2$  uma paralela a  $\overline{P O_1}$ , teremos a abscissa  $\overline{N_2 P_1} = \overline{N_2' P_1'} = x_1$ .

Os triângulos  $\Delta P P' O_2 \sim \Delta P_2 P_1' O_2$  e  $\Delta P' N_1' O_2 \sim \Delta P_1' N_2' O_2$ , nos dão:

$$\frac{\overline{N_1' O_2}}{\overline{N_2' O_2}} = \frac{\overline{P' O_2}}{\overline{P_1' O_2}} = \frac{\overline{P P'}}{\overline{P_1' P_2}} = \frac{H}{f}$$

Mas como  $\overline{P_1' P_2} = x_2 - x_1 = p_X$ , a relação de proporcionalidade poderá ser escrita:

$$\frac{H}{f} = \frac{B}{p_X} \quad (2.9) \quad \text{ou} \quad H = \frac{f \cdot B}{p_X} \quad (2.10)$$

A expressão (2.10), mostra que sendo B e f constantes, a



variação de altura  $H$  é função da variação de paralaxe  $p_x$ . Sendo a altura  $H_v$  constante em relação ao plano de referência, a variação  $\Delta H$  em  $H$  é igual à variação  $\Delta h$  na altura dos diversos pontos do terreno. Para variações  $dH$ , infinitamente pequenas, de  $H$ , teríamos as variações  $dh$  de  $h$ . Diferenciando a fórmula (2.10):

$$dH = \frac{B \cdot f}{p_x^2} dp_x \quad (2.11)$$

Sabendo-se que  $p_x = \frac{B \cdot f}{H}$  e  $dH = dh$ , substituindo em (2.11) e desenvolvendo, chegaremos, finalmente, a:

$$dH = - \left( \frac{H}{B} \cdot \frac{H}{f} \right) \cdot dp_x \quad (2.12)$$

As fórmulas (2.6) e (2.12), nos mostram que as medidas verticais são, basicamente, as medidas de paralaxes em "x", no plano das fotos, e que a precisão altimétrica é função da altura de vôo e da medida da paralaxe.

### 3.0. PRECISÃO DOS APARELHOS RESTITUIDORES E AEROTRIANGULADORES

Os fabricantes de instrumentos aerofotogramétricos fornecem valores para a precisão de seus produtos, obtidos em condições ideais, através de testes. Por outro lado, a análise das precisões das medidas fotogramétricas, variam de processo. Nos Estados Unidos da América, o processo adotado é o FATOR "C"; na Europa, o processo adotado é o "ERRO MÉDIO QUADRÁTICO" que se baseia na curva de GAUSS de distribuição dos erros acidentais.

#### 3.1. PROCESSO DO FATOR C (NORTE-AMERICANO)

O Fator C, é uma constante fixada para cada aparelho restituidor, sendo função da altura de vôo e da equidistância mínima de curvas de nível, que o referido aparelho pode traçar. Assim:

$$\text{FATOR C} = \frac{\text{Altura de vôo}}{\text{Equid. mínima medida (com precisão)}} \quad (3.1.1)$$

A sua determinação, é feita através do traçado de curvas de nível com espaçamento cada vez menor, até que, a partir de certo valor, surjam discrepâncias inaceitáveis com os valores prévia e precisamente medidos no terreno. Tal comportamento operacional é repetido, várias vezes, em condições variadas de relevo. O mesmo é feito com outras alturas de vôo, até se obter um coeficiente para o aparelho. O FATOR C foi instituído por volta de 1952. Pela experiência das organizações de aerolevantamentos, recomenda-se os valores da TABELA 1, para o FATOR C dos aparelhos ali relacionados.

#### 3.2. PROCESSO EUROPEU DO ERRO QUADRÁTICO MÉDIO

O processo do ERRO QUADRÁTICO MÉDIO, é um processo de avaliação das precisões dos instrumentos, através de testes acurados e com fundamentos matemáticos pro-

fundos. Logo, não se trata de avaliação com caráter empírico. Os valores fornecidos pelo fabricante são os apresentados na TABELA 2, para PLANIMETRIA e ALTIMETRIA. Com exceção dos AUTÓGRAFOS WILD A-7 e WILD A-10, os valores para os outros aparelhos são os, usualmente, adotados e obtidos pelos autores de matéria sobre o assunto e pelas Empresas de Aerolevantamentos, respectivamente.

Os valores dados para os instrumentos Carl Zeiss, PLANIMAT D2 e PLANICART E2,— foram extraídos de Catálogos do fabricante. Tendo em vista ser o AUTÓGRAFO WILD A-10, da mesma geração do PLANIMAT, adotamos, para sua precisão planimétrica, o mesmo valor dado ao Instrumento Zeiss (PLANIMAT D2). Para a precisão altimétrica, o valor adotado para o AUTÓGRAFO WILD A-10, nos foi fornecido, informalmente, por Fotogrametrista que já operou com o mesmo por muito tempo. Para o AUTÓGRAFO WILD A-7, por prudência, lhe atribuímos precisões planimétrica e altimétrica, respectivamente, iguais às do AUTÓGRAFO WILD A-5. De toda maneira, o procedimento aqui adotado não altera a teoria exposta sobre as precisões das Cartas. O usuário, quando tiver necessidade de lidar com trabalhos reais, poderá obter os verdadeiros valores, diretamente, com o fabricante. Fizemos constar os AUTÓGRAFOS WILD A-7 e WILD A-10 na TABELA 2, como uma forma de cortesia à WILD HEERBRUGG. Deve-se chamar a atenção, para o fato de que os valores de precisões fornecidos em Catálogos dos fabricantes, foram obtidos em testes com qualidade de controle excepcionais. Tal não ocorre no dia a dia da Fotogrametria, pois as condições de operação são dependentes de muitos fatores, muitas vezes adversos. Prudência não faz mal a ninguém.

#### 3.3. O FATOR C E A LEI DE PROPAGAÇÃO DE ERROS DE GAUSS

O Dr. Richard Finsterwalder, em artigo publicado na Revista "PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING", no ano de 1954, ao analisar os processos de avaliação da precisão fotogramétrica, isto é, o do FATOR C e o que usa o ERRO QUADRÁTICO MÉDIO, demonstrou que os mesmos são de mesmo valor e se baseiam na "LEI DE PROPAGAÇÃO DE ERROS DE GAUSS". Assim, de acordo com a lei de erros de Gauss, para que as exigências de precisão vertical sejam atendidas, é preciso que a equidistância das curvas de nível adotada, não seja menor do que 3,3 vezes o erro quadrático médio das altitudes, obtidas por interpolação:

$$\text{Equidistância} \geq 3,3 \cdot M_{hc} \quad (3.3.1)$$

Substituindo os valores de (3.3.1) em (3.1.1):

$$\text{FATOR C} = \frac{H_v}{3,3 \cdot M_{hc}} \quad (3.3.2)$$

A fórmula (3.3.2), permite escolha segura da equidistância mínima ou o aparelho restituidor adequado. Sobre o assunto, recomenda-se a inteligente e criativa exposição da matéria, feita pelo Sr. Oficial Engº Paulo Moretsohn Brandi, no Nº1 da REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA (Pág. 34 — "Critérios Adotados nos EUA e na Europa, para a Análise das Precisasões Fotogramétricas").



#### 4.0. EXIGÊNCIAS DE PRECISÃO

Conforme resolução aprovada na III Reunião Panamericana de Consulta sobre Cartografia, realizada em Caracas no ano de 1946, as exigências de precisão que uma carta topográfica deve satisfazer, são:

— PLANIMETRIA: 90% dos pontos testados no terreno, sendo estes bem definidos, deverão apresentar, na carta, erro de precisão inferior a  $\pm 0,5\text{mm}$ , em relação ao ponto de apoio mais próximo considerado como certo;

— ALTIMETRIA: 90% dos pontos testados no terreno, cujas altitudes tenham sido interpoladas entre as curvas de nível da carta, deverão apresentar erro inferior à metade da equidistância das curvas de nível e nenhum ponto deverá apresentar erro superior a uma equidistância.

O "Bureau of the Budget" dos EUA, que estabelece as precisões padronizadas para aquele País, que também são adotadas no ou pelo Brasil, recomenda:

— ELEMENTOS PLANIMÉTRICOS: 90% dos elementos bem definidos, como interseção de caminhos, marcos trigonométricos, cantos de grandes edifícios, etc., com exceção daqueles que estejam, inevitavelmente, deslocados pelo uso de convenções cartográficas, devem estar posicionados com erro inferior a  $\pm 0,5\text{mm}$  para escalas de 1: 20.000 ou MAIORES, e  $\pm 0,8\text{mm}$  para as INFERIORES a 1: 20.000, em relação ao quadriculado da carta;

— ELEMENTOS ALTIMÉTRICOS: 90% das curvas de nível e pontos com cotas interpoladas devem ter erro inferior a 1/2 equidistância, sendo que, no erro total de qualquer ponto, pode ser admitida uma parcela devida ao deslocamento horizontal, dentro da tolerância respectiva; 90% dos pontos cotados devem ter erro inferior a 1/4 da equidistância.

Por outro lado, as cartas em grandes escalas, tem sua precisão planimétrica condicionada ao mesmo valor que se pode obter através da medição gráfica. Assim, a precisão planimétrica das cartas topográficas em grandes escalas, é igual ao erro de graficismo, isto é,  $\pm 0,2\text{mm}$  na escala da carta.

#### 5.0. DISTRIBUIÇÃO DOS ERROS ACIDENTAIS

A precisão de 90% dos pontos com erros menores que  $\Delta$ , pode ser definida pelo erro médio quadrático, de acordo com a curva de Gauss de distribuição de erros acidentais (Fig. 3).

O erro médio quadrático é a abscissa dos pontos de inflexão da curva. Sendo a probabilidade de erros da carta P% menores que  $\Delta$ , o erro médio "M<sub>p</sub>" de um ponto da mesma, será:

$$M_p = \pm \frac{1}{h \cdot \sqrt{2}} = \pm \frac{\Delta}{\Delta' \sqrt{2}}$$

$$(h = \frac{\Delta'}{\Delta} = \text{módulo de precisão da curva-Gauss})$$

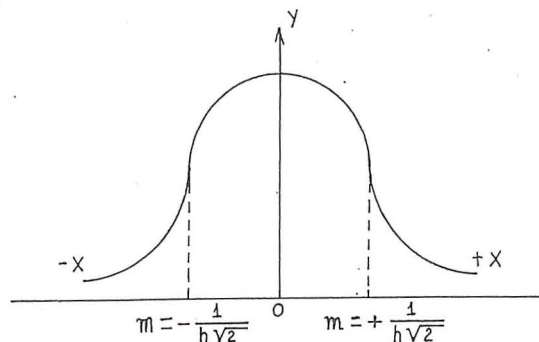


FIGURA 3

Com base nesse estudo dos erros acidentais, estabeleceram-se diversos valores de  $\Delta'$  para os de "P", sendo que para P igual a 90% ou 0,9, ter-se-á  $\Delta' = 1,16$ . Logo:

$$M_p = \pm \frac{\Delta}{1,16\sqrt{2}} \quad M_p = \pm \frac{\Delta}{1,64} \quad (5.1)$$

Ver o trabalho do Sr. Gen. R/1 Eng<sup>o</sup> Moysés Castello Branco Filho, intitulado "Avaliação da Precisão de uma Carta pelo Erro Médio Quadrático" - ANUÁRIO N<sup>o</sup> 17 da DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO).

#### 6.0. PRECISÃO DE 90% DE PONTOS PARA CARTAS EM GRANDES ESCALAS

Sendo o ERRO DE GRAFICISMO igual a  $\pm 0,2\text{mm}$  (para um ponto medido), teremos, para a fórmula (5.1):

$$M_p = \pm \frac{\Delta}{1,64} \therefore \pm 0,2\text{mm} = \pm \frac{\Delta}{1,64} \therefore \Delta = \pm 0,33\text{mm}. (6.1)$$

#### 7.0. VALORES DE "M<sub>p</sub>" (EXIGÊNCIAS DE PRECISÃO PLANIMÉTRICA)

90% dos pontos testados no terreno, sendo estes bem definidos, deverão apresentar, na Carta, erro de precisão inferior a  $\pm 0,8\text{mm}$  em Cartas de pequena escala,  $\pm 0,5\text{mm}$  em Cartas de média escala e  $\pm 0,33\text{mm}$  em Cartas de grande escala, em relação ao ponto de apoio mais próximo considerado como certo. Assim:

CARTAS EM PEQUENA ESCALA:

$$\Delta = \pm 0,8\text{mm} \text{ e } M_p = \pm 0,48\text{mm};$$

CARTAS EM MÉDIA ESCALA:

$$\Delta = \pm 0,5\text{mm} \text{ e } M_p = \pm 0,30\text{mm} \text{ e}$$

CARTAS EM GRANDE ESCALA:

$$\Delta = \pm 0,33\text{mm} \text{ e } M_p = \pm 0,20\text{mm}.$$

#### 8.0. VALORES DE "M<sub>hc</sub>" (ERRO MÉDIO NA ALTURA DE UM PONTO-PRECISÃO ALTIMÉTRICA)

90% dos pontos testados no terreno, cujas altitudes tenham sido interpoladas entre as curvas de nível da Carta,



deverão apresentar erro inferior à metade da equidistância das curvas e nenhum ponto deverá apresentar erro superior a uma equidistância; 90% dos pontos cotados deverão ter erro inferior a 1/4 da equidistância.

Assim, o erro médio na altura de um ponto, será:

$$\pm M_{hc} = \frac{\text{Meia Equidistância}}{1,64} \text{ e}$$

$$\pm M_{hc}^i = \frac{1/4 \text{ da Equidistância}}{1,64}$$

## 9.0. EXIGÊNCIAS FINAIS DE PRECISÃO ALTIMÉTRICA E PLANIMÉTRICA

A TABELA 3, apresenta as exigências de precisão planimétrica e altimétrica, para cada escala, separadamente, já classificadas em pequena, média e grande, com os respectivos espaçamentos de curvas de nível, adotados segundo as Normas Cartográficas.

## 10.0. PODER DE RESOLUÇÃO OU "AWAR TEÓRICO"

Chama-se poder de resolução de uma fotografia aérea, ao poder de identificação e de medição de detalhes do terreno, figurados na mesma. O poder de resolução, também chamado de "AWAR TEÓRICO" (nos EUA), é função da combinação CÂMARA AÉREA-EMULSÃO DO FILME. É dado em "LINHA/MICRÔMETRO". Assim, quando se diz que uma cobertura aérea tem um poder de resolução de "UMA LINHA POR 10 $\mu$ m", quer-se dizer que é possível definir 100 linhas em um (1) milímetro:

$$\frac{\text{uma linha}}{10\mu\text{m}} = \frac{\text{uma linha}}{0,01 \text{ mm}} = \frac{100 \text{ linhas}}{1 \text{ milímetro}}$$

Por exemplo, em fotografias na escala 1:60.000, com "poder de resolução" de uma linha por 40 m ou 25 linhas por milímetro, ter-se-á uma relação "foto/detalhes do terreno", igual a 01mm/60m, ou seja, cada milímetro medido na foto, corresponde a 60 metros no terreno. Se o poder de resolução das fotos é de 25 linhas por milímetro, conseguir-se-á identificar e medir detalhes com dimensão mínima igual a 60m/25, ou seja, 2,40 metros. Logo, quando se pretende obter uma Carta cuja escala deva ser bem maior do que a escala da foto, é necessário verificar o poder de resolução da cobertura aérea, tendo em vista as exigências de precisão da Carta. Assim, com fotos na escala igual a 1:60.000, poder de resolução de 25 linhas por milímetro, não podemos obter Cartas na escala 1:10.000, pois, pela TABELA 3, o "ERRO QUADRÁTICO MÉDIO" na posição de um (01) ponto é  $M_p = \pm 2,00\text{m}$ , valor numérico menor do que o valor numérico da medida do menor detalhe bem identificável e mensurável nas fotos, ou seja, 2,40 metros.

## 11.0. SUPERPOSIÇÕES LATERAIS E LONGITUDINAIS DAS COBERTURAS AEROFOTOGRAMÉTRICAS

Normalmente, as superposições das fotos são em torno de 30% (superposição lateral das faixas) e 60% (super-

posição longitudinal). Mas, chama-se a atenção para as coberturas aéreas urbanas, em grandes escalas, tendo em vista Cartas, também, em grandes escalas. As Figuras 6 e 7, referem-se a uma faixa de vôo, onde se vê três fotos seguidas com superposição de 60% (longitudinal). Os desenhos das Figuras 6 e 7, respectivamente, foram feitos em escalas compatíveis com os seguintes dados:

$H_v = 630\text{m}$ ,  $f = 210,02\text{mm}$  (câmara normal ou semi-grande angular) e escala das fotos 1:3.000.

A Figura 6 mostra um corte transversal AB de uma via urbana, com 25 metros de largura, e duas edificações AC e BD, com 75 metros de altura, respectivamente.

A Figura 7 (ver Figuras 6 e 7, no final de todo o presente texto), é uma ampliação do referido corte transversal da via urbana, onde se mostra que a área hachurada só figura na foto 2, pois devido a altura dos edifícios, os raios luminosos das fotos 1 e 3, respectivamente, têm suas trajetórias interceptadas pelos mesmos (edifícios). Assim, não se poderá obter estereoscopia da plataforma da via urbana, ficando o operador da restituição aerofotogramétrica, impossibilitado de plotar detalhes planimétricos e altimétricos, tais como: passeios, alturas dos meios fios, testada das edificações, etc... Em termos de Aerofotogrametria, a solução encontrada é aumentar a superposição longitudinal para 70% ou 80%, na tomada das fotos aéreas. Fácil é ver, na Figura 6, que a diminuição do espaçamento entre duas tomadas de fotos; permite que os raios luminosos do par sejam refletidos por todos os detalhes do terreno, inclusive, por aqueles detalhes que, anteriormente, só figuravam em uma foto. Em vôos já realizados, a solução é completar a restituição, com medidas feitas no terreno por processo topográfico tradicional.

## 12.0. ERROS QUE OCORREM NA ELABORAÇÃO DE UMA CARTA

Os erros que ocorrem na elaboração de uma Carta, podem ser, como já vimos, Planimétricos e Altimétricos. Os erros Planimétricos classificam-se em: ERROS FOTOGRAMÉTRICOS e ERROS DE DESENHO. Os erros Altimétricos classificam-se em: ERROS DEVIDOS ÀS MEDIDAS DE PARALAXE e ERROS DEVIDOS À INFLUÊNCIA DOS ERROS PLANIMÉTRICOS NAS MEDIÇÕES DAS ALTURAS (DEVIDOS À DECLIVIDADE DO TERRENO).

### 12.1. ERROS PLANIMÉTRICOS

a) ERROS FOTOGRAMÉTRICOS - Os erros fotogramétricos são inerentes à imperfeição dos operadores e devidos a fenômenos de Física. São três, assim assinalados:

$M_{pt}$  - erro cometido na orientação absoluta, usando pontos de aerotriangulação, os quais não são isentos de erro, seja qual for o método de compensação (em faixa ou bloco);

$M_{pp}$  - erro devido às deformações na projeção dos raios luminosos e na observação do modelo (o instrumento não é automático e exige o operador com suas habilidades e imperfeições);



$M_i$  - erro de identificação dos pontos de apoio e ocorre sempre que os referidos pontos não forem sinalizados no terreno, antes da cobertura aérea.

Pelo exposto, os ERROS FOTOGRAMÉTRICOS são ERROS ACIDENTAIS e pode-se colocá-los sob a forma:

$$M_f = \pm \sqrt{M_{pt}^2 + M_{pp}^2 + M_1^2} ; \quad (12.1.1)$$

b) ERROS DE DESENHO - Os erros de desenho são dois:

$M_{d1}$  - erro do operador ao retocar a restituição;

$M_{d2}$  - erro na gravação em plástico ou no desenho de acabamento a tinta.

Da mesma forma que os erros fotogramétricos, pode-se colocá-los sob a forma:

$$M_d = \pm \sqrt{M_{d1}^2 + M_{d2}^2} . \quad (12.1.2)$$

c) EXPRESSÃO TOTAL DOS ERROS PLANIMÉTRICOS

De (12.1.1) e (12.1.2), ter-se-á:

$$M_p = \pm \sqrt{M_{pt}^2 + M_{pp}^2 + M_1^2 + M_{d1}^2 + M_{d2}^2} , \quad (12.1.3)$$

(onde  $M_p$  é o erro médio quadrático da posição de cada ponto restituído).

O I.T.C. (INTERNATIONAL TRAINING CENTER FOR AERIAL SURVEY), de DELFT, HOLANDA, apresentou, no ano de 1967, em TABELA, os valores numéricos a serem adotados para os ERROS FOTOGRAMÉTRICOS e para os ERROS DE DESENHO. Tais valores numéricos, são os constantes na TABELA 4.

## 12.2. ERROS ALTIMÉTRICOS

a) ERROS DEVIDOS ÀS MEDIDAS DE PARALAXE (VER ÍTEM 2)

$M_h$  - erro altimétrico médio do aparelho usado na restituição;

$M_{ht}$  - erro médio devido à aerotriangulação e sua compensação.

Expressando-os, convenientemente, tem-se:

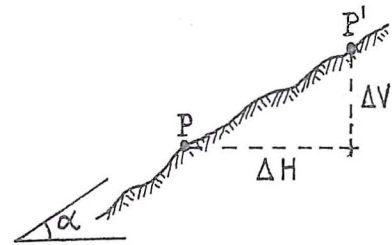
$$M_{hp} = \pm \sqrt{M_h^2 + M_{ht}^2} \quad (12.2.1)$$

Os valores numéricos dos erros altimétricos, devidos às medidas de paralaxe, são:

$M_h$  — erro médio devido ao aparelho restituído, dado pela TABELA 3;

$M_{ht}$  — para a aerotriangulação em faixas, o Método Jerie (I.T.C.-DELFT) apresenta uma precisão de 0,25% da altura de vôo; para compensação em bloco, o Método Schlund fornece uma precisão de 0,185% da altura de vôo (ver considerações abaixo).

## b) ERROS DEVIDOS À INFLUÊNCIA DOS ERROS PLANIMÉTRICOS NAS MEDIÇÕES DAS ALTURAS



F I G U R A 4

Na Figura 4, devido a erro planimétrico, o ponto "P", ao ser medido, o foi na posição de "P' ". Logo, devido ao deslocamento  $\Delta H$  (erro planimétrico), surgiu um deslocamento  $\Delta V$  (erro altimétrico). Sendo a inclinação ou declividade do terreno igual ao ângulo  $\alpha$ , tem-se:

$$\text{Tg} \alpha = \frac{\Delta V}{\Delta H} \quad \therefore \quad \Delta V = \Delta H \cdot \text{Tg} \alpha . \quad (12.2.2)$$

Como  $\Delta H = M_p$  e fazendo  $M_{h\alpha} = \Delta V$ , teremos:

$$M_{h\alpha} = M_p \cdot \text{Tg} \alpha \quad (12.2.3)$$

Levando (12.2.3) em (12.2.1):

$$M_{hc} = \pm \sqrt{M_h^2 + M_{ht}^2 + M_p^2 \cdot \text{Tg}^2 \alpha} \quad (12.2.4)$$

## c) ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A PRECISÃO DAS AEROTRIANGULAÇÕES E MÉTODOS DE COMPENSAÇÃO

O Dr. Arthur J. Brandenberger, da Universidade do Estado de Ohio, EUA, apresentou, nos anos de 1957-1958, duas fórmulas para a obtenção dos erros em planimetria e altimetria, respectivamente, das aerotriangulações compensadas em faixas, com um máximo de 20 modelos (Manual of Photogrammetry, 4ª Edição, 1980 — The American Society of Photogrammetry):

$$- M_{pt} = \pm 0,10 \cdot H_v \cdot \sqrt{N} \text{ (Planim.)}; \quad (12.2.5)$$

$$- M_{ht} = \pm 0,06 \cdot H_v \cdot \sqrt{N} \text{ (Altim.)} . \quad (12.2.6)$$

Nas fórmulas acima:

$H_v$  = altura média de vôo em KM;

$N$  = número de modelos ( $5 \leq N \leq 20$ ).

Para  $H_v = 9150\text{m}$ , número de modelos entre 15 e 20, ter-se-á:



$M_{ht} = 0,25\%$  da altura de vôo (ver Método Jerie citado acima, na letra "a").

O Dr. H. M. Karara, da Universidade do Estado de Illinois, EUA, no artigo "Possibilidades e limitações da aerotriangulação", de 1961, traduzido pelo Sr. Oficial Engº Ney C. Santin e publicado no ANUÁRIO N° 14, 1964, da DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO, fornece as seguintes relações entre as precisões das aerotriangulações, compensadas em faixas e em blocos, respectivamente:

$$- M_{pt} (F) = M_{pt} (B) \cdot \sqrt{2} \text{ (Planim.); (12.2.7)}$$

$$- M_{ht} (F) = M_{ht} (B) \cdot \sqrt{2} \text{ (Altim.); (12.2.8)}$$

onde  $M_{pt} (F)$  e  $M_{ht} (F)$  são, respectivamente, os erros planimétricos e altimétricos devidos às aerotriangulações compensadas em faixas;  $M_{pt} (B)$  e  $M_{ht} (B)$  são, respectivamente, os erros planimétricos e altimétricos devidos às aerotriangulações compensadas em bloco.

Realmente, aplicando a relação (12.2.7) aos valores fornecidos pelo I.T.C. de DELFT, contidos na TABELA 4, verificar-se-á a correção das relações propostas pelo Dr. H. M. Karara:

$$M_{pt} (F) = 0,040 \cdot 10^{-3} \cdot D_{EN} \cdot \sqrt{2}$$

$$M_{pt} (F) = 0,057 \cdot 10^{-3} \cdot D_{EN} \cong 0,06 \cdot 10^{-3} \cdot D_{EN}$$

#### d) EXPRESSÃO TOTAL DO ERRO QUADRÁTICO MÉDIO NA ALTURA DE UM (01) PONTO

Aplicando a equação (12.1.3) na equação (12.2.4), obter-se-á a expressão total do erro quadrático médio na altura de um ponto:

$$M_{hc} = \pm \sqrt{M_h^2 + M_{ht}^2 + (M_{pt}^2 + M_i^2 + M_{pp}^2 + M_{dl}^2 + M_{d2}^2) \text{Tg}^2 \alpha} \quad (12.2.9)$$

### 13.0 PRÉ-SINALIZAÇÃO

Tendo em vista evitar os erros de identificação "M<sub>i</sub>", quando se executa um projeto global, isto é, realização de cobertura aerofotográfica para fim determinado (obras de engenharia civil, por exemplo), faz-se a PRÉ-SINALIZAÇÃO, no terreno, dos pontos de apoio de campo. Os sinais devem ser na COR BRANCA, COM FUNDO ESCURO (de preferência), tendo em vista maior nitidez nas fotos. Geralmente, são usados no formato apresentado na Figura 5. As dimensões variam com a escala da foto, a ser obtida. As preconizadas na Figura 5, são para a escala da foto 1: 10.000. O Polyethylene opaco branco, com espessura de 0,10 ou 0,15mm, é excelente material para PRÉ-SINALIZAÇÃO, bem como madeira compensada (pintada na cor conveniente). O terreno rochoso ou vegetação (verde), oferecem, respectivamente, um excelente fundo (escu-

ro) para contraste. Recomenda-se a leitura da matéria publicada no n°39, página 52, desta Revista, que é editada pela SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA. Sob o título "UMA SUGESTÃO ONDE SE COMBINAM A SEGURANÇA DO TRÁFEGO E A PRÉ-SINALIZAÇÃO FOTOGRAFÉTRICA"; os autores (ver bibliografia) preconizam a utilização da sinalização horizontal, em vias urbanas ou rurais, combinada ou não com outros sinais complementares, como pré-sinalização para fotos aéreas. Os engenheiros especialistas em ENGENHARIA DE TRANSPORTES usam, nas demarcações das SINALIZAÇÕES HORIZONTAIS em VIAS URBANAS e RURAIS, TINTA REFLETORIZADA, através da aplicação de ESFERAS DE VIDRO RETRO-REFLETORAS. Assim, pelo alto poder de reflexão, as SINALIZAÇÕES HORIZONTAIS DE TRÁFEGO, são ALVOS excelentes de PRÉ-SINALIZAÇÃO AEROFOTOGRAFÉTRICA.

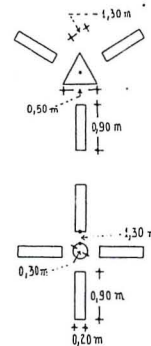


FIGURA 5

### 14.0. CAPACIDADE DE RESTITUIÇÃO

Chama-se, aqui, capacidade de restituição, ao poder de aplicação do Aparelho Restituído em relação à escala da foto (negativo). Assim, dado um recobrimento com escala de foto determinada, o poder de restituição do Aparelho, lhe permite obter Cartas (ou plantas) em escalas maiores que as da foto (negativo), comporta uma abordagem bem mais ampla, dados os vários fatores a serem analisados, o que foge aos objetivos do presente trabalho. Apresenta-se, na TABELA 6, o poder de restituição (ampliação em fotocarta ou planta), de alguns Instrumentos Restituídores.

### 15.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em tudo que foi exposto, um aspecto não explícito no texto, é que merece louvor: o modesto e despretencioso trabalho, mesmo que por auto-didatismo, pertence a uma Escola de Fotogrametria, ou seja, aquela que no início do século foi fundada pelo Sr. Major Ex. Engº Alfredo Vidal e em 1920, sedimentada pela ilustre Missão Austríaca. Foi iniciada dentro dos padrões mais modernos da CIÊNCIA FOTOGRAFÉTRICA, na época. Gerações que receberam tal herança, a transmitiram cada vez mais atualizada e multiplicada, até aqui. O DEVER DE TODOS, É, NO MÍNIMO, CONSERVARLA, PARA AS FUTURAS GERAÇÕES. A seguir, apresenta-se alguns problemas sobre o assunto tratado acima, bem como, suas possíveis soluções.



## 16.0. PROBLEMAS PROPOSTOS E SOLUÇÕES

### - EXEMPLO 1

Deseja-se Planta na escala 1:500. Existe cobertura aérea na escala 1:5 000, altura de vôo  $H_v = 763\text{m}$  ( $f=152,55\text{mm}$ ), apoio de campo em todos os pares e pré-sinalização. Qual Instrumento Restituídor poderá ser usado?

I) Precisão Planimétrica-

A expressão (12.1.3), ficará:

$$M_p = \pm \sqrt{M_{pp}^2 + M_{d1}^2 + M_{d2}^2} \quad (M_{pt} = M_i = 0)$$

Aplicando os valores da TABELA 4:

$$M_p^2 = \pm [(0,02 \cdot 10^{-3} \cdot 5000)^2 + (0,15 \cdot 10^{-3} \cdot 500)^2 + (0,10 \cdot 10^{-3} \cdot 500)^2] \therefore M_p = \pm 0,135\text{m}.$$

Pela TABELA 3, a precisão planimétrica, é  $M_p = \pm 0,10\text{m}$ . Logo, a mesma não foi atendida. Eliminando o erro de gravação  $M_{d2}$ :

$$M_p = \pm \sqrt{M_{pp}^2 + M_{d1}^2} \therefore M_p = \pm 0,125\text{m}.$$

Como a precisão ainda não foi atendida, eliminar-se-á o retoque da restituição:

$$M_p = M_{pp} = \pm (0,02 \cdot 10^{-3} \cdot 5000) \quad M_p = \pm 0,10\text{m}.$$

Tal valor atende às exigências de precisão planimétrica.

II) Escolha do Instrumento Restituídor, como se pode ver por (12.1.1), o erro fotogramétrico  $M_f$  é igual a  $M_{pp}$  ( $M_{pt}$  e  $M_i$  são nulos). Assim,  $M_f = \pm 0,10\text{m}$ .

Pela TABELA 2, todos os Restituídores atendem às exigências de precisão, com exceção do MULTIPLEX e do AEROTOPO, como se pode ver (calcular)..

III) Precisão Altimétrica-Pontos Cotados-

A expressão (12.2.4), é:

$$M'_{hc} = \pm \sqrt{M_h^2 + M_p^2 \cdot \text{Tg}^2 \alpha}$$

Considerar-se-á tratar-se de mapeamento em área urbana limitada, com terreno de declividades insignificantes (como, por exemplo, as Avenidas marginais do Vale do Rib. Arrudas em Belo Horizonte). Logo:

$M'_{hc} = M_h$ . Tomando o AUTOGRAFO WILD A-10 como primeira referência, obter-se-á, da tabela 2:

$$M'_h = \pm (0,10 \cdot 10^{-3} \cdot H_v) = \pm (0,10 \cdot 10^{-3} \cdot 763)$$

$M'_h = \pm 0,0763\text{m} \pm 0,076\text{m}$  (valor numérico das exigências de precisão altimétrica para os Pontos Cotados, de acordo com a TABELA 3). Logo, pela TABELA 2, só os Aparelhos WILD A-10, PLANIMAT ZEISS D2 e PLANICART

ZEISS E2, poderão ser utilizados na restituição.

IV) Poder de Restituição-

Pela TABELA 6, os Aparelhos acima indicados tem poder de Restituição para tal trabalho (ampliação de 10 vezes).

### - EXEMPLO 2

Para o caso do EXEMPLO 1, qual escala de foto permitiria retoque na restituição?

$$M_p = \pm \sqrt{M_{pp}^2 + M_{d1}^2} \quad \text{ou}$$

$$M_p^2 = \pm [(0,02 \cdot 10^{-3} \cdot D_{EN})^2 + (0,15 \cdot 10^{-3} \cdot 500)^2].$$

Sendo  $M_p = \pm 0,10\text{m}$  (ver TABELA 3), substituindo na equação acima e resolvendo, obter-se-á o valor de  $D_{EN}$ :  $D_{EN} = 3\,307,189$  OU  $D_{EN} = 3\,308$ . Logo, a escala que permitirá retoque na Restituição será: 1:3 308.

Adotando o mesmo procedimento para apresentação final, com acabamento a tinta ou gravação em plástico, chegar-se-á à escala de fotos igual a 1:2 165.

No caso da escala da Planta igual a 1:500 e escala das fotos igual a 1:2 165, o Aparelho Restituídor será escolhido de acordo com os cálculos que se seguem. Devido à escala das fotos, a distância focal "f", poderá ser igual a 210,02mm. Assim, a altura de vôo será:

$$H_v = 210,02 \times 2165 \times 10^{-3} \therefore H_v = 455\text{m}.$$

Como já se viu, as exigências para os Pontos Cotados são maiores que as Planimétricas. Pela expressão (12.2.4) e de acordo com a TABELA 3:

$$M'_{hc} = M_h = \pm 0,076\text{m}$$

Aplicando os valores da TABELA 2:

$$M'_{hc} = M_h = \pm 0,076\text{m} = K \cdot 10^{-3} \cdot 455\text{m} \therefore$$

$$K = 0,1674 = 0,17$$

Logo, o Instrumento Restituídor deverá ter uma precisão altimétrica igual a 0,17‰ da altura de vôo:

$$M_h = 0,17\text{‰}(\text{da altura de vôo})$$

Pela TABELA 2, apenas os Aparelhos BALPLEX, WILD B-8, KERN PG-2, MULTIPLEX e AEROTOPO, não atendem as exigências de precisão vertical.

### - EXEMPLO 3

Deseja-se uma planta, na escala 1: 2.000, de região urbana. Existem fotos da área, na escala 1: 10.000, obtidas com altura de vôo igual a 1.531 metros. O recobrimento longitudinal é de 60% e não existe pré-sinalização. Qual a conduta técnica a ser seguida, usando apoio terrestre em todos os pares (modelos)?



I) Precisão Planimétrica — Pela TABELA 3:  $M_p = \pm 0,40m$ .

A expressão (12.1.3), Sendo  $M_{pt}$  nulo, ficará:

$$M_p = \pm \sqrt{M_{pp}^2 + M_i^2 + M_{d1}^2 + M_{d2}^2}$$

Aplicando os valores da TABELA 4:  $M_p = \pm 0,510m$

O valor acima, não atende as exigências de precisão planimétrica ( $M_p = \pm 0,40m$ ). Eliminando a gravação em plástico, isto é,  $M_{d2}$ :  $M_p = \pm 0,469m$ .

Também, aqui, não foram atendidas as exigências de precisão planimétrica. Logo, não será possível obter-se a restituição, ou melhor, a Planta na escala de 1: 2.000. Chama-se a atenção para o fato de que, se fosse possível tal trabalho, haveria necessidade de complementar a restituição, com medidas topográficas no terreno, pois sendo a área edificada, a superposição de 60% o exigiria, como visto no item 11.0.

Se houvessem sido pré-sinalizados os pontos de apoio de campo e eliminado o acabamento final ou gravação em plástico, a Planta poderia ser obtida. A seguir, apresentar-se-á (EXEMPLO 4) uma conduta técnica adotada em um mapeamento real, que pelas escalas de Fotos e Planta, respectivamente, se assemelham muito com o presente caso.

#### - EXEMPLO 4

Planta na escala 1: 1.000, Fotos na escala 1: 5.000, altura de vôo igual a 765 metros, superposição longitudinal da cobertura igual a 80%, apoio de campo em todos os pares (modelos) pré-sinalizados e sem acabamento final a tinta (ou gravação em plástico).

I) Precisão Planimétrica Pela TABELA 3:  $M_p = \pm 0,20m$ . A expressão (12.1.3), será ( $M_{pt}$ ,  $M_i$  e  $M_{d2}$ , nulos):

$$M_p = \pm \sqrt{M_{pp}^2 + M_{d1}^2}$$

Aplicando os valores da TABELA 4:

$$M_p^2 = \pm [(0,02 \cdot 10^{-3} \cdot 5000)^2 + (0,15 \cdot 10^{-3} \cdot 1000)^2]$$

$M_p = \pm 0,18m$  (valor inferior ao erro quadrático médio dado acima, ou seja,  $\pm 0,20m$ )

Se houvesse gravação em plástico, a expressão (12.1.3) forneceria:

$M_p = \pm 0,206m$  (valor superior ao erro quadrático médio, apesar da pequena diferença)

Este exemplo é de um mapeamento real, ou seja, o "Levantamento Cadastral das Áreas Terminais da Ponte Rio-Niterói", onde não houve a gravação em plástico ou acabamento final a tinta (ver bibliografia).

#### EXEMPLO 5

Em região cujo relevo tem declividade média de 18 graus, tem-se cobertura aérea na escala de 1: 60.000, com altura de vôo igual a 9150 metros. Deseja-se a edição de Cartas na escala de 1: 100.000, através de redução da restituição realizada na escala de 1: 25.000. Dispõem-se de aparelho MULTIPLEX. É possível a elaboração da Carta?

I) Poder de Restituição

Pela TABELA 6, o Poder de Restituição do MULTIPLEX é de 2,5 vezes a escala da foto. Assim, para fotos na escala de 1: 60.000, é possível a restituição em 1: 25.000.

II) Precisão Altimétrica

Como se pode ver na TABELA 3, as exigências para a precisão vertical, são maiores que para a precisão horizontal. Logo, tem-se (TABELA 3):

$$M_{hc} = \pm 12,19m \text{ (erro quadrático médio para as curvas de nível - espaçamento de 40m)}$$

$$M'_{hc} = \pm 6,10m \text{ (erro quadrático médio na altura de um Ponto Cotado).}$$

Usando a expressão (12.2.9)

$$M_{hc}^2 = \pm [M_h^2 + M_{ht}^2 + (M_{pt}^2 + M_i^2 + M_{pp}^2 + M_{d1}^2 + M_{d2}^2) \cdot \text{Tg}^2 \alpha]$$

tem-se:  $M_h = 0,50\text{‰}$ .  $H_v$  (TAB.2);

$M_{ht} = 0,185\text{‰}$ .  $H_v$  (Compensação em Bloco); e

$\text{Tg}^2 \alpha = \text{Tg}^2 18^\circ = 0,1056$ . Com os valores dados pela TABELA 4, ter-se-á:

$$M_{hc}^2 = \pm \left\{ (0,5 \times 10^{-3} \times 9150)^2 + (0,185 \times 10^{-3} \times 9150)^2 + [(0,04 \times 10^{-3} \times 60000)^2 + (0,02 \times 10^{-3} \times 60000)^2 + (0,15 \times 10^{-3} \times 25000)^2 + (0,10 \times 10^{-3} \times 100000)^2 \times 0,1056 \right\}$$

$$M_{hc} = \pm 6,078m.$$

Como se pode ver, o RESTITUIDOR MULTIPLEX, atende às exigências de precisão (inclusive para Pontos Cotados, que, como se viu acima, é  $M'_{hc} = \pm 6,10m$ ).

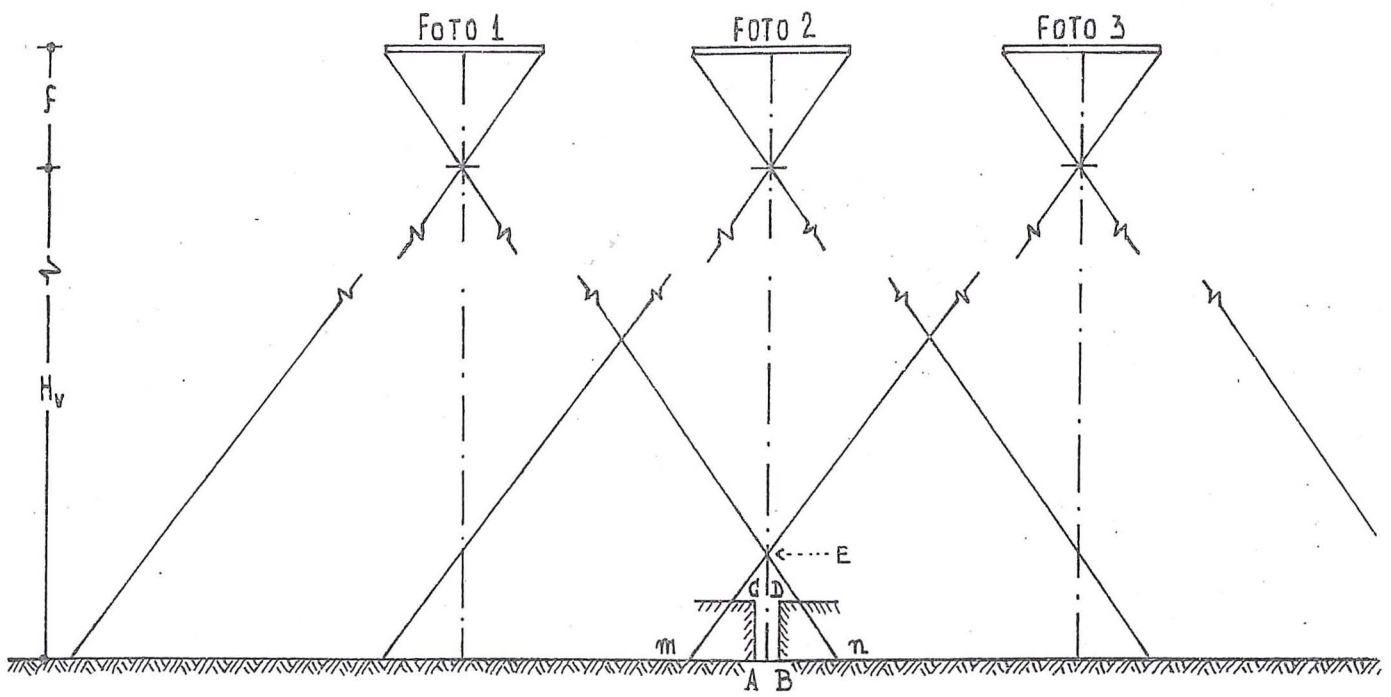
III) Critério do FATOR C

$$\text{FATOR C} = \frac{H_v}{3,3 \cdot M'_{hc}} = \frac{9150}{3,3 \times 6,10}$$

$$\text{FATOR C} = 455$$

A TABELA 1, mostra que o MULTIPLEX atende às exigências de precisão, pois possui um FATOR C igual a 650.





SUPERPOSIÇÃO LONGITUDINAL DE 60%

FIGURA 6

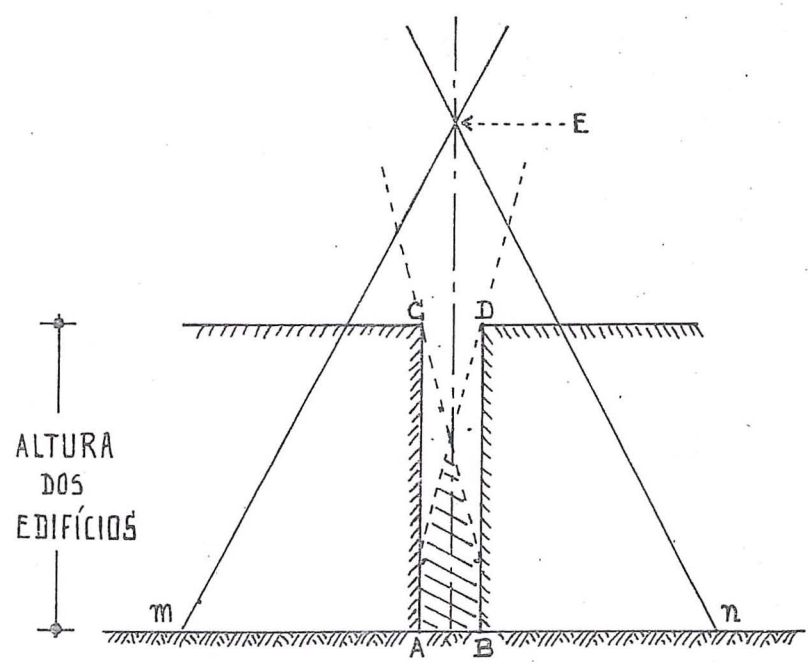


FIGURA 7

APARELHOS RESTITUIDORES		FATOR "C"
ESTEREOPLANÍGRAFO	ZEISS C-7	1250
ESTEREOPLANÍGRAFO	ZEISS C-8	1250
AUTÓGRAFO*	WILD A-5	1250
AUTÓGRAFO	WILD A-7	1250
AUTÓGRAFO	WILD A-10	1250
KERN	PG-3	1250
AVIÓGRAFO	WILD B-8	950
KERN	PG-2	950
KELSH PLOTTER		950
AEROMULTIPLEX		650

TABELA 1

ERROS FOTOGRAMÉTRICOS E DE DESENHO (m) (VALORES SEGUNDO TABELA DO I.T.C. - DELET)		
ERROS FOTOGRAMÉTRICOS	$M_{pt(B)}$	$0,04 \cdot 10^{-3} \cdot D_{EN}$
	$M_{pt(F)}$	$0,06 \cdot 10^{-3} \cdot D_{EN}$
	$M_i$	$0,03 \cdot 10^{-3} \cdot D_{EN}$
	$M_{pp}$	$0,02 \cdot 10^{-3} \cdot D_{EN}$
ERROS DE DESENHO	$M_{d1}$	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot D_{EC}$
	$M_{d2}$	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot D_{EC}$
<p><math>M_{pt(B)}</math> - AEROTRIANGULAÇÃO: COMPENSAÇÃO EM BLOCO;  <math>M_{pt(F)}</math> - » » : COMPENSAÇÃO EM FAIXAS;  <math>D_{EN}</math> - DENOMINADOR DA ESCALA DA FOTO (NEGATIVO);  <math>D_{EC}</math> - DENOMINADOR DA ESCALA DA CARTA OU PLANTA.</p>		

TABELA 4



O R D E M	APARELHOS RESTITUIDORES	PRECISÃO PLANIMÉTRICA M <sub>f</sub>	PRECISÃO ALTIMÉTRICA M <sub>h</sub>
1 <sup>a</sup>	AUTÓGRAFO (*) WILD A-10	± 5,50 m (Na Escala do Negativo)	0,10 (Da Alt. de Vôo)
	AUTÓGRAFO WILD A-8	± 10,00 m (Na Escala do Negativo)	0,15 (Da Alt. de Vôo)
	AUTÓGRAFO (*) WILD A-7	± 10,00 m (Na Escala do Negativo)	0,15 (Da Alt. de Vôo)
	AUTÓGRAFO WILD A-5	± 10,00 m (Na Escala do Negativo)	0,15 (Da Alt. de Vôo)
	ESTEREOPLANÍGRAFO ZEISS C-8	± 10,00 m (Na Escala do Negativo)	0,15 (Da Alt. de Vôo)
	ESTEREOPLANÍGRAFO ZEISS C-7	± 10,00 m (Na Escala do Negativo)	0,15 (Da Alt. de Vôo)
	PLANIMAT ZEISS D2	± 5,50 m (Na Escala do Negativo)	0,028 (Da Alt. de Vôo)
2 <sup>a</sup>	PLANICART ZEISS E2	± 16,50 m (Na Escala do Negativo)	0,056 (Da Alt. de Vôo)
	ESTEREOCOMPILADOR KELSH PLOTTER - THE INSTRUMENT CO., INC. E ABRAMS INSTRUMENTS CORP.	± 20,00 m (Na Escala do Negativo)	0,15 (Da Alt. de Vôo)
	BALPLEX BAUSCH & LOMB	± 0,20 mm (Na Escala da Carta)	0,20 (Da Alt. de Vôo)
	AVIÓGRAFO WILD B-8	± 0,20 mm (Na Escala da Carta)	0,20 (Da Alt. de Vôo)
	ESTEREORESTITUIDOR KERN PG-2	± 0,20 mm (Na Escala da Carta)	0,20 (Da Alt. de Vôo)
3 <sup>a</sup>	AEROMULTIPLEX ZEISS E BAUSCH & LOMB	± 0,30 mm (Na Escala da Carta)	0,50 (Da Alt. de Vôo)
	ESTEREOTOPO ZEISS	± 0,30 mm (Na Escala da Carta)	0,50 (Da Alt. de Vôo)
(*) VALORES NÃO CONFIRMADOS POR FALTA DE DADOS (DOS FABRICANTES)			

TABELA 2

CARTAS	ESCALAS	EQUIDIST. DAS CURVAS DE NÍVEL	PRECISÃO VERTICAL				PRECISÃO HORIZONTAL		
			VALORES DE "Δ" (1/2 DA EQUI- DISTÂNCIA)	M <sub>hc</sub> (ERRO QUADRÁ- TICO MÉDIO NA ALTURA DE UM PONTO)	VALORES DE "Δ" (1/4 DA EQUI- DISTÂNCIA)	M <sub>hc</sub> (ERRO QUADRÁ- TICO MÉDIO NA ALTURA DE UM PONTO COTADO)	VALORES DE "Δ"	M <sub>p</sub> (ERRO QUADRÁ- TICO MÉDIO NA POSIÇÃO DE UM PONTO)	VALORES DE M <sub>p</sub> EM METROS
ESCALAS PEQUENAS	$\frac{1}{100.000}$	40m	20m	± 12,19m	10m	± 6,10m	± 0,8 mm (NA ESCALA DA CARTA)	± 0,48 mm (NA ESCALA DA CARTA)	± 48,00m
	$\frac{1}{50.000}$	20m	10m	± 6,09m	5m	± 3,05m			± 24,00m
ESCALAS MÉDIAS	$\frac{1}{25.000}$	10m	5m	± 3,04m	2,5m	± 1,52m	± 0,5 mm (NA ESCALA DA CARTA)	± 0,30 mm (NA ESCALA DA CARTA)	± 7,50m
	$\frac{1}{20.000}$	10m	5m	± 3,04m	2,5m	± 1,52m			± 6,00m
ESCALAS GRANDES	$\frac{1}{10.000}$	10m	5m	± 3,04m	2,5m	± 1,52m	± 0,33 mm (NA ESCALA DA CARTA)	± 0,20 mm (NA ESCALA DA CARTA)	± 2,00m
	$\frac{1}{5.000}$	5m	2,5m	± 1,52m	1,25m	± 0,76m			± 1,00m
	$\frac{1}{2.000}$	2m	1m	± 0,60m	0,50m	± 0,30m			± 0,40m
	$\frac{1}{1.000}$	1m	0,5m	± 0,30m	0,25m	± 0,15m			± 0,20m
	$\frac{1}{500}$	0,5m	0,25m	± 0,15m	0,125m	± 0,076m			± 0,10m

TABELA 3



CÁLCULO DE $M_f$ EM METROS	
$M_f = \pm \sqrt{M_{pt}^2 + M_1^2 + M_{pp}^2}$	$M_f = \pm \sqrt{M_1^2 + M_{pp}^2}$
AEROTRIANGULAÇÃO— COMP. EM BLOCOS:  $M_f = \pm 0,05385.10^{-3}. D_{EN}$	APOIO TERRESTRE EM TODOS OS MODELOS ( $M_{pt}=0$ ):  $M_f = \pm 0,036056.10^{-3}. D_{EN}$
AEROTRIANGULAÇÃO— COMP. EM FAIXAS:  $M_f = \pm 0,07.10^{-3}. D_{EN}$	APOIO TERRESTRE EM TODOS OS MODELOS E PRÉ-SINALIZAÇÃO  $M_f = M_{pp} = \pm 0,02.10^{-3}. D_{EN}$
$D_{EN}$ - DENOMINADOR DA ESCALA DA FOTO (NEGATIVO).	

TABELA 5

APARELHOS RESTITUIDORES	PODER DE RESTITUIÇÃO OU AMPLIAÇÃO MÁXIMA DAS FOTOS AÉREAS	OBSERVAÇÕES
WILD A-10	16 X ESCALA-FOTO	GRANDE ANGULAR E SUPER GRANDE ANGULAR. ÂNGULO NORMAL
WILD A-7	16 X ESCALA-FOTO	
WILD A-5	5 X ESCALA-FOTO	
WILD B-8	5 X ESCALA-FOTO	
PLANICART ZEISS E2	3,5 X ESCALA-FOTO	
PLANICART ZEISS E2	16 X ESCALA-FOTO	
PLANIMAT ZEISS	16 X ESCALA-FOTO	
KELSH PLOTTER	5 X ESCALA-FOTO	
KERN PG-2	4 X ESCALA-FOTO	
AEROMULTIPLEX	2,5 X ESCALA-FOTO	

TABELA 6

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Arcoverde de A. Cavalcanti, Benjamin — “O PROCESSO DO MAJOR EMÍLIO WOLF PARA O EMPREGO DO ESTEREOMICRÔMETRO” — ANUÁRIO N°6 da DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO — Rio de Janeiro — 1955;
- 2) Ricci, Mauro-Petri, Setembrino — “PRINCÍPIOS DE AEROFOTOGRAMETRIA E INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA” — CIA. EDITORA NACIONAL — São Paulo — 1965;
- 3) Arcoverde de A. Cavalcanti, Benjamin — “CORREÇÕES DE ALTURA NO ESTEREOGRAMA” — SERVIÇO GEOGRÁFICO E HISTÓRICO DO EXÉRCITO — Rio de Janeiro — 1943;
- 4) O. Cavalleiro dos Santos, Harold — “O FATOR C DOS ESTEREORESTITUIDORES” — ANUÁRIO N°7 da DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO — Rio de Janeiro — 1956;
- 5) Arcoverde de A. Cavalcanti, Benjamin — “CONDIÇÕES E SOLUÇÕES PARA PEQUENOS RESTITUIDORES TOPOGRÁFICOS” — ANUÁRIO N°18 da DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO — Rio de Janeiro — 1968/1969;
- 6) Moretsohn Brandi, Paulo — “CRITÉRIOS ADOTADOS NOS EUA E NA EUROPA, PARA ANÁLISE DAS PRECISÕES FOTOGRAMÉTRICAS” — REVISTA BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA N°1 — SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA — Rio de Janeiro — Novembro de 1970;
- 7) Fermin Navas Zamora, Leonel — “ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS CARTOGRAFICOS” — IV° CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA — Belo Horizonte — Julho de 1969;
- 8) Francisco P. N. de Andrade, Dinarte — “TOLERÂNCIA DA ORIENTAÇÃO ABSOLUTA” — REVISTA BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA N°17 — SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA — Rio de Janeiro - Dezembro de 1976;
- 9) Castello Branco Filho, Moysés — “AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DE UMA CARTA PELO ERRO MÉDIO QUADRÁTICO” — ANUÁRIO N°17 da DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO — Rio de Janeiro — 1967;
- 10) Daniel, Roger — “CURSO DE FOTOGRAMETRIA” — INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DE PARIS — DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO — Rio de Janeiro — 1949;
- 11) The American Society Of Photogrammetry — “MANUAL OF PHOTOGRAMMETRY” — 4ª Edição — EUA — 1980;
- 12) Notari, José Moura — “SELEÇÃO DE INSTRUMENTOS FOTOGRAMÉTRICOS” — INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA — Rio de Janeiro — 1969;
- 13) Novaes, José Roberto Duque — “TESTE DE CARTAS” — REVISTA BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA N°2 — SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA — Rio de Janeiro - Março de 1971;
- 14) Lima, Divaldo Galvão — “CARTOGRAFIA METROPOLITANA” — REVISTA BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA N°22 — SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA — Rio de Janeiro - Dezembro de 1978;
- 15) Karara, H. H. — “POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DA AEROTRIANGULAÇÃO” — ANUÁRIO N°14 da DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO — Tradução de Santin, Ney Cipriani — Rio de Janeiro — 1964;
- 16) Fonseca, Ney da — Santin, Ney Cipriani — “TESTES EXPERIMENTAIS DE AJUSTE DE UM BLOCO DE AEROTRIANGULAÇÃO PELO PROGRAMA U.S.G.S.” — ANUÁRIO N°20 da DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO — Rio de Janeiro — 1971;
- 17) Vieira, Antônio J. B. — Oliveira, Edson L. — Silva, He-loiza H. da — Araki, Hideo — Brunetti, Mauricio F. — “UMA SUGESTÃO ONDE SE COMBINAM A SEGURANÇA DO TRÁFEGO E A PRÉ-SINALIZAÇÃO FOTOGRAMÉTRICA” — REVISTA BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA N° 39 — SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA — Rio de Janeiro — Janeiro de 1986;
- 18) Barreto, Aristides — “MEDIDAS CONVENIENTES, ECONÔMICAS E PRÁTICAS PARA O MAPEAMENTO DO TERRITÓRIO NACIONAL A CURTO PRAZO” — REVISTA BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA N°5 — SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA — Rio de Janeiro — Dezembro de 1971;
- 19) Mesquita, Paulo Ferraz de — “AEROFOTOGRAMETRIA” — VOLUME I da ENCICLOPÉDIA TÉCNICA UNIVERSAL — Editora Globo — Porto Alegre — 1958;
- 20) Fonseca, Ney da — “LEVANTAMENTO CADASTRAL DAS ÁREAS TERMINAIS DA PONTE RIO-NITERÓI” — ANUÁRIO N° 18 da DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO — Rio de Janeiro — 1968/1969;
- 21) Torres, Edson Rodrigues — “SOBRE A PRECISÃO DOS LEVANTAMENTOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS” — REVISTA DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS N° 16 — Belo Horizonte — Fevereiro de 1971;
- 22) Serviço Geodésico Interamericano — “PROCEDIMIENTO DEL ESTEREOCOMPILADOR KLSH” — Traducido por la Escuela Cartográfica — Fort Clayton — Zona del Canal — Panamá — 1957;
- 23) Serviço Geodésico Interamericano — “LEVANTAMIENTO DE MAPAS CON EL MULTIPLEX” — Traducido por la Escuela Cartográfica — Fort Clayton — Zona del Canal — Panamá — 1957;
- 24) Bausch — Lomb — Wild Heerbrugg — Carl Zeiss — Kern Swiss — “CATÁLOGOS DIVERSOS”.



# UMA METODOLOGIA PARA ATUALIZAÇÃO PLANIMÉTRICA DE CARTAS A PARTIR DE IMAGENS DE SATÉLITES

TC José Niu dos Santos  
Eng Cart MSc - 1ª DL

## 1. INTRODUÇÃO

Devido à sua vasta extensão territorial e, conseqüentemente, devido ao grande número de cartas necessárias ao seu recobrimento (3036 cartas na escala 1: 100.000 ou 550 cartas na escala 1: 250.000), o Brasil, a par da falta de recursos necessários para completar o mapeamento de todo o seu território, convive com o problema de atualizar os produtos cartográficos já elaborados.

O atual Diretor do Serviço Geográfico, preocupado com o problema, determinou a elaboração de um PLANO DE ATUALIZAÇÃO DE CARTAS, abrangendo as áreas mapeadas pela DSG (Bol Int nº 037, de 16 Mai 86, da DSG). O referido Plano, em fase de conclusão, será submetido à apreciação da COCAR, de forma a ser compatibilizado com o Programa de Dinamização da Cartografia - PDC, no que for exequível.

A planimetria, em seus aspectos preponderantes (criação de novas cidades, modificação da área urbana, expansão da rede viária e modificação da cobertura vegetal), é o principal fator determinante de desatualização de uma carta.

O objetivo do presente trabalho é apresentar uma metodologia que, combinando o sensoriamento remoto (atual e futuro) com procedimentos fotogramétricos-analíticos convencionais, poderá simplificar, sobremaneira, a atualização planimétrica de cartas.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Proposição do Trabalho

Propõem-se, neste trabalho, a apresentação de uma metodologia para atualização planimétrica de car-

tas, através da transformação geométrica, ponto a ponto, de uma imagem de satélite para o sistema UTM, a partir dos resultados obtidos em Tese de Mestrado apresentada no Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da UFPR [1].

## 2.2. Fundamentos Teóricos

### 2.2.1. Transformações Geométricas

Os tratamentos matemáticos e computacionais cada dia, mais e mais, substituem as atividades analógicas e gráficas convencionais. As transformações (relações) geométricas passam a ser instrumentos fundamentais de trabalho para o fotogrametrista e o geodesta modernos [2].

O estudo geométrico de objetos, em dois espaços, requer um conjunto de pontos dados em ambos os espaços.

Um número de pontos dados pode conter informações INSUFICIENTES, SUFICIENTES (modelo rígido) ou SUPERABUNDANTES (ajustamento).

A maior ou menor complexidade do modelo matemático, requerido na transformação, dependerá:

- da realidade física;
- do rigor de precisão desejado;
- das condições econômicas.

A seleção do modelo matemático, mais adequado ao fenômeno físico, é preponderante na eficiência dos resultados desejados... é a parte mais científica da transformação — Assim, definido o modelo matemático apropriado, basta medir pontos comuns aos dois espaços (E e E'), inserir os dados numéricos no modelo selecionado, calcular e ajustar (MMQ).

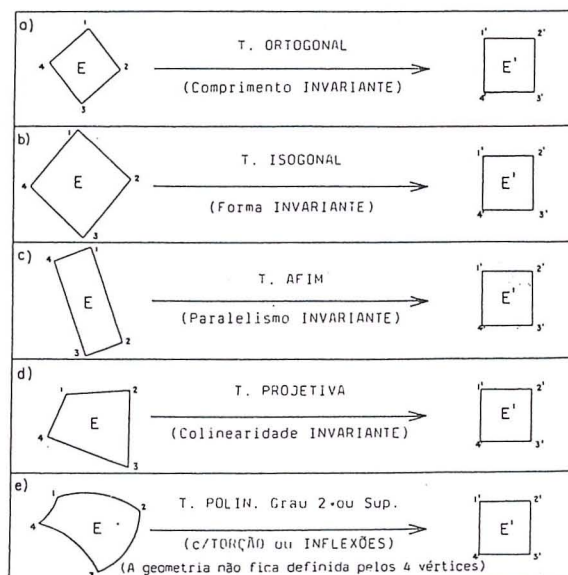


Fig. 1 - Relações Geométricas Entre dois Espaços E e E'.

OBS.: - No trabalho ora proposto, temos o espaço E da Imagem e o espaço E' do Sistema UTM.

## 2.2.2. Definição do Modelo Matemático

A metodologia ora proposta é abrangente, podendo ser desenvolvida a partir de qualquer tipo de imagem (LANDSAT, SPOT, e outras)... pode-se transformar qualquer tipo de imagem (espaço E qualquer), para o sistema UTM, ou outro (espaço E' qualquer).

Na Tese de Mestrado referenciada, ficou comprovado, matematicamente, que, para a transformação da imagem LANDSAT MSS BULK para o sistema UTM, o modelo matemático mais adequado seria:

- o Polinômio de 3º grau para a imagem completa;
- o Polinômio de 2º grau para a imagem quadrante.

Seguindo-se raciocínio análogo ao da Tese, e desenvolvendo-se cálculos e ajustamentos através da programação FORTRAN ali elaborada, pode-se, para qualquer tipo de imagem, definir qual o modelo matemático mais adequado... qual o modelo mais simples (mais econômico) capaz de retificar e deslocar a imagem para o terreno (sistema UTM).

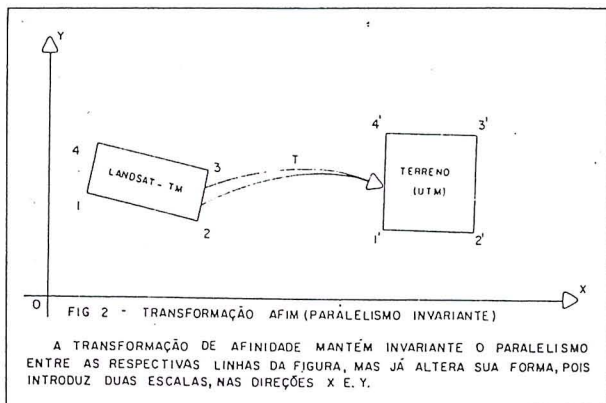
## 2.3. Uso Específico da Imagem LANDSAT TM

Como já dissemos, a metodologia é abrangente e transforma qualquer imagem (espaço E) para o sistema UTM (espaço E'). Porém, considerando que, atualmente, a melhor imagem disponível, periodicamente, no Brasil, é a LANDSAT TM, e visando tornar o presente trabalho o mais prático possível, facilitando-lhe o entendimento, doravante nos referiremos, especificamente, a transformação da imagem TM (espaço E) para o sistema UTM (espaço E').

### 2.3.1. Escolha do Modelo Matemático

#### a. Justificativa

A imagem analógica TM, além das correções geométricas relacionadas ao movimento de varredura do espelho do sistema sensor e a correção do efeito provocado pela rotação da Terra, feita através do sistema I-100, possui também as correções devidas à variações de atitude, altitude, e velocidade do satélite ao longo da cena, bem como a correção devida à esfericidade da Terra [3]. Portanto, apresenta-se sem torções ou inflexões, podendo-se aplicar o polinômio de 1º grau (afinidade) para transformar os pontos da imagem para o sistema UTM



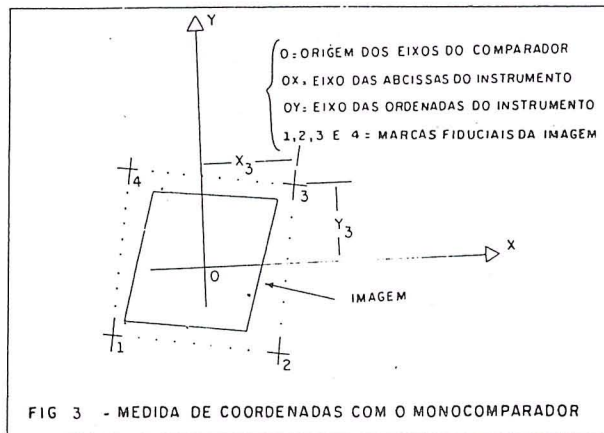
#### b. Modelo Matemático da Transformação Afim (Pol 1º grau)

$$X = a_1x + a_2y + a_3$$

$$Y = a_4x + a_5y + a_6$$

## 2.3.2. Identificação e Extração dos Pontos de Apoio

- a. Selecionam-se 6 a 9 pontos de coordenadas UTM conhecidas, bem distribuídos na imagem [4];
- b. As coordenadas planas (X,Y), dos pontos de apoio, podem ser medidas no terreno ou extraídas, graficamente, de cartas topográficas disponíveis, por interpolação entre as quadriculas;
  - No caso de se utilizar base cartográfica (maior economia) deve ser feito um estudo preliminar sobre a carta topográfica e a imagem analógica TM da área em estudo. Os pontos de controle devem partir de feições bem definidas na carta e na imagem, tais como:
    - cruzamentos ou bifurcações de estradas;
    - extremidades de aeroportos;
    - pontes rodoviárias;
    - confluências de rios;
    - barragens;
    - centro geométrico de lagos, etc.
- d. As coordenadas dos pontos de apoio, na imagem, podem ser medidas com o PLANICOMP C-100, utilizado como "monocomparador de alta precisão" (precisão de pontaria de 3 m).



### 2.3.3. Uniformização das Coordenadas de imagem

#### a. Justificativa

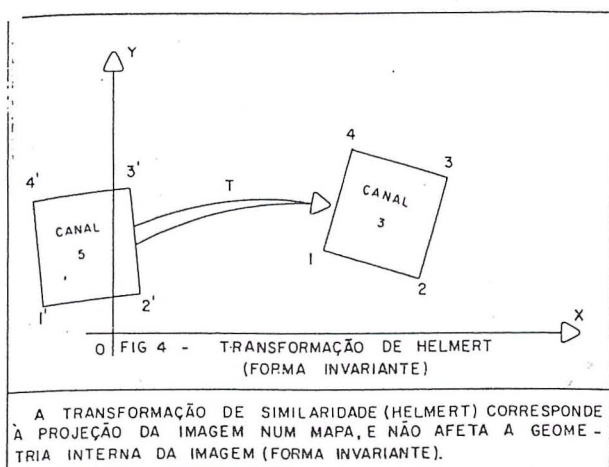
A fim de se obter uma melhor definição das feições básicas, a serem interpretadas na imagem, pode-se utilizar a combinação dos canais 3 e 5 que se complementam (na banda 3 as rodovias e cidades são identificadas facilmente, ao passo que na 5 as massas de água aparecem com maior nitidez).

Necessita-se, portanto, uniformizar as coordenadas de imagem de todos os pontos, isto é, transformá-los a um único sistema — sistema do canal 3, por exemplo: neste caso todos os pontos que viabilizaram uma melhor observação no canal 5, deverão ter suas coordenadas transformadas para o sistema do canal 3. Enfatiza-se que são todos os pontos, tanto os de apoio como os pontos definidores de feições da imagem a serem, posteriormente, transformados para o sistema UTM.

#### b. Seleção do modelo matemático mais adequado.

Para uniformização das coordenadas de imagem, como se trata de variação de canais da mesma cena (mesma geometria), deve-se optar pela transformação de Helmert, considerando que tais transformações são projeções similares, provindo apenas de duas translações, uma rotação e um fator de escala, ou seja, UMA TRANSFORMAÇÃO DE HELMERT NÃO AFETA A GEOMETRIA INTERNA DA IMAGEM.





onde:

- $X_i, Y_i$  - são as coordenadas UTM;
- $x_i, y_i$  - são as coordenadas de imagem;
- $a_j$  - são os parâmetros de transformação a serem determinados mediante um cálculo de ajustamento (Modelo Combinado), onde  $j=1, 2, 3, \dots, 6$ .

b. Cálculo dos Parâmetros ( $a_j$ ) e transformação das coordenadas da imagem

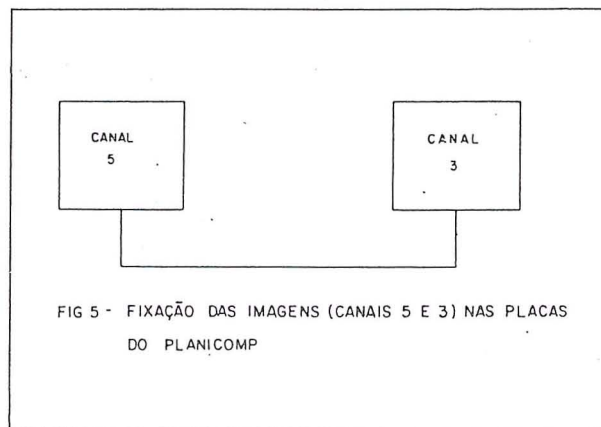
A partir das coordenadas da imagem (homogeneizadas) e das coordenadas UTM dos pontos de apoio, pode-se calcular e ajustar os parâmetros de transformação  $a_j$  ( $i=1, 2, \dots, 6$ ) e transformar as coordenadas dos pontos definidores de novas feições, identificadas na imagem, em coordenadas UTM. Todo o desenvolvimento matemático (cálculos e ajustamentos pelo MMQ) pode ser executado através dos programas FORTRAN e procedimentos encontrados em (SANTOS [6]).

### 2.3.5. Atualização Planimétrica da Carta

De posse das coordenadas UTM dos pontos definidores das novas feições identificadas na imagem (rodovias, pontes, aeroportos, contorno de clareiras, novas culturas, etc...), pode-se localizar tais feições na carta — tem-se, assim, a carta atualizada através da locação, ponto a ponto, dos novos alvos.

### 2.4. Resumo da Sequência para atualização de cartas a partir de uma imagem LANDSAT TM

- 1) Juntam-se:
  - a) Imagem LANDSAT-TM: - Uma cena completa, nos canais 3 e 5, em filme positivo Esc 1: 1.000.000 (dimensões compatíveis com as placas do Planicomp C-100);
  - b) Cartas topográficas na escala 1:100.000, correspondentes à área coberta pela cena.
- 2) Identificam-se 6 pontos de apoio, bem distribuídos na imagem e perfeitamente identificados nas cartas topográficas juntadas;
- 3) Extraem-se, das cartas topográficas, as coordenadas UTM dos 6 pontos de apoio;
- 4) Medição das Coordenadas de Imagem:
  - a) Colocam-se os filmes dos canais 5 e 3, nas placas da



c. Modelo Matemático

O modelo matemático da transformação de similaridade é expresso por:

$$X_i = a_1 x_i - a_2 y_i + a_3 \quad i = 1, 2, 3 \text{ e } 4$$

$$Y_i = a_2 x_i + a_1 y_i + a_4$$

onde:

$X_i, Y_i$  - são as coordenadas das 4 marcas fiduciais da imagem, no canal 3;

$x_i, y_i$  - são as coordenadas das 4 marcas fiduciais da imagem, no canal 5;

$a_j$  - são os parâmetros de transformação a serem determinados, mediante um cálculo de ajustamento (Modelo Combinado), onde  $j=1, 2, 3, 4$ .

d. Pontos de controle

As 4 (quatro) marcas fiduciais, comuns aos dois espaços em jogo (canal 3 e canal 5) devem ser utilizadas como pontos de apoio para cálculo dos parâmetros necessários à efetivação das transformações das coordenadas do canal 5 para o canal 3.

e. Desenvolvimento Matemático, Programas FORTRAN, Cálculos e Ajustamentos

Pode-se adotar os procedimentos de (SANTOS [5]).

f. Pontos preparados para as transformações

Os 6 a 9 pontos de apoio selecionados, bem como os pontos definidores de feições da imagem a serem atualizados na carta, após medidos nas imagens (canais 3 a 5) e homogeneizados para o canal 3, estão preparados para as transformações a serem desenvolvidas.

### 2.3.4. Transformação das coordenadas de imagem em coordenadas UTM.

a. Modelo Matemático (T. Afim)

$$X_i = a_1 x_i + a_2 y_i + a_3 \quad i = 1, 2, 3, \dots, 11 \text{ e } 12$$

$$Y_i = a_4 x_i + a_5 y_i + a_6$$

esquerda e direita do Planicom, respectivamente;

b) Medem-se as coordenadas das quatro marcas fiduciais, e dos 6 pontos de apoio, nos dois canais;

c) Medem-se as coordenadas de todos os pontos necessários à definição dos contornos dos novos alvos identificados na imagem;

d) Usando as quatro marcas fiduciais como pontos de controle entre os dois canais, calculam-se os parâmetros de transformação do sistema do canal 5 para o sistema do canal 3, através de transformação de similaridade;

e) Transformam-se as coordenadas de todos os pontos melhor identificados no canal 5, para o canal 3 (uniformização das coordenadas de imagens).

5) Usando-se os 6 (seis) pontos de apoio e através da transformação afim, calculam-se os parâmetros de transformação do sistema da imagem (canal 3) para o sistema UTM;

6) De posse dos parâmetros de transformação  $a_i$  ( $i=1, 2, \dots, 6$ ), do modelo polinomial do 1º grau (T. Afim), transformam-se as coordenadas de qualquer ponto da imagem (sistema canal 3) em coordenadas UTM — Assim, pode-se local, ponto a ponto, na carta topográfica, os contornos do novo alvo identificado na imagem LANDSATM.

7) Desenvolvimento Matemático e Programas FORTRAN

Todo o desenvolvimento matemático (cálculos e ajustamentos pelo MMQ) pode ser realizado de acordo com (SANTOS [6]).

### 3. CONCLUSÃO

Buscou-se, com o presente trabalho, apresentar uma nova metodologia para atualização planimétrica de cartas, através da combinação do sensoriamento remoto com procedimentos fotogramétrico-analíticos convencionais. O método, econômico e rápido, poderá simplificar, sobremaneira, a atualização planimétrica de cartas.

Resumidamente, o método consiste no estabelecimento de relações geométricas entre dois espaços quaisquer E (espaço imagem) e E' (sistema UTM) visando a definição do modelo matemático mais adequado à transformação. Definido o modelo mais apropriado, basta se medir pontos comuns aos dois espaços (E e E'), inserir os dados numéricos no modelo

matemático, calcular e ajustar. Para os cálculos analíticos e ajustamentos (MMQ) desenvolveu-se programação FORTRAN adequado (ver SANTOS [1]).

Para concluir, podemos afirmar que o método permitirá, a baixíssimos custos, a atualização de cartas através da locação precisa de novos alvos — A escala da carta a ser atualizada dependerá da maior ou menor resolução da imagem utilizada pois o método é preciso e abrangente, podendo ser desenvolvido a partir de qualquer tipo de imagem (LANDSAT, SPOT e outras futuras). Assim, a medida que a resolução das imagens disponíveis for aumentando, o método poderá ser utilizado na atualização de cartas de maior escala.

### NOTAS DE REFERÊNCIA

- [1] SANTOS, José Niu Lopes dos. *Pesquisa Analítico-Fotogramétrica da Precisão Geométrica de uma Imagem Landsat MSS Processada no Brasil*. Tese de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1983.
- [2] LUGNANI, João Bosco. *Transformações Geométricas. Notas de Aula*. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1981. p. A1-A25.
- [3] ARAÚJO, C. A. G.; D'ALGE, J. C. L. *Correção geométrica de imagens*. Simpósio Latino-Americano de Sensoriamento Remoto. Gramado, RS. 10-15 Agosto 1986.
- [4] SANTOS, José Niu Lopes dos. *Pesquisa Analítico-Fotogramétrica da Precisão Geométrica de uma Imagem Landsat MSS Processada no Brasil*. Tese de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1983.
- [5] Ibid. p. 44-53.
- [6] Ibid. p. 62-63, 177-217.



## *Preito de Saudade*

Gen MOYSES CASTELLO BRANCO FILHO. Nasceu em 1905, em Teresina, Piauí, faleceu em 1988, no Rio de Janeiro. Como Oficial do Exército, concluiu, em 1935, o Curso da Escola de Engenheiros Geógrafos Militares, atuando no Serviço Geográfico do Exército, desde sua formação, como Engenheiro, até sua passagem para a reserva, como General de Divisão, em 1955. Desempenhou diversas atividades de campo e de gabinete, ocupando diferentes funções ligadas à Cartografia, inclusive no magistério.

Foi Chefe da 2ª Divisão de Levantamento, em Ponta Grossa, Paraná, Chefe da Seção de Estudos e Planejamento da DSG, Chefe da Divisão de Cartografia da DSG, Chefe do Curso de Geodésia e Topografia do Instituto Militar de Engenharia, tendo, ainda, participado de diversas missões ligadas à sua formação profissional. Foi membro da Missão Rondon e atuou ativamente na missão de planejamento e execução do primeiro Anuário da DSG. Quando da 2ª Guerra Mundial trabalhou na equipe que elaborou a Carta da Ilha de Fernando de Noronha. Recebeu diversos prêmios e condecorações, tendo sido condecorado com a Ordem do Mérito Militar no Grau de "Comendador". Foi membro ativo de várias entidades de âmbito técnico-científico, como a Sociedade Brasileira de Cartografia, da qual foi Presidente no período de julho de 1973 à julho de 1975.

Incansável pesquisador, historiador e professor emérito deixou um legado de mais de vinte obras técnicas, ligadas à Geodésia e Topografia e várias outras de natureza técnico-científica e pesquisas históricas.

Foi agraciado com o Prêmio Missão Austríaca, por suas pesquisas e obras publicadas, e com o Prêmio Ricardo Franco, pelos relevantes serviços prestados à Cartografia Nacional.

A bibliografia deixada pelo Gen MOYSES CASTELLO BRANCO FILHO através de

26 livros sobre geodésia e 13 sobre história e de vários outros trabalhos técnico-científicos e pesquisas históricas do seu Piauí, valem um patrimônio que ele soube doar à história contemporânea, como exemplo de dedicação, probidade e amor à Patria.

### TRABALHOS TÉCNICOS

- Instituições do Algoritmo Gráfico para Solução das Equações Normais de Gauss
- Introdução de Pesos e Múltiplos Horizontes no Ajustamento das Redes Verticais
- Efeitos do Índice de Refração na Medida Eletrônica de Distâncias
- Avaliação da Precisão da Carta pelo Erro Médio Quadrático
- Compensações Abreviadas das Triangulações
- Solução das Equações Normais pelo Esquema Simplificado Gauss-Doolittle
- Roteiro para o Ajustamento de uma Triangulação por Variações de Coordenadas
- Ajustamento das Poligonais Geodésicas Eletrônicas pelo Método dos Mínimos Quadrados
- Síntese da Teoria dos Erros
- Síntese do Cálculo das Compensações
- Rede de Nivelamento Geométrico

### ESCRITOR - HISTORIADOR

- "História da Revolução do Piauí"
- "Um Patriarca Piauiense"
- "O Povoamento do Piauí"
- "O Ciclo do Vaqueiro"
- "História de Uma Bandeira"
- "História do Comércio de Teresina"
- "A Família Rural do Piauí do Século XVII ao Século XIX"
- "A Habitação" Entre os Séculos XVII e Meta-de do Século XX

## NOTÍCIAS DA ABEC

01. Após 09 anos de espera, realizou-se nos dias 29 e 31/07/88, nas dependências do IPEA/UNESP, em Presidente Prudente-SP, o 5º ENECART por iniciativa da ABEC/SP. Estiveram presentes cerca de 160 profissionais (engenheiros, técnicos e cientistas) que apresentaram cerca de 55 trabalhos sobre assuntos técnicos, profissionais, educacionais e científicos de interesse para a Engenharia Cartográfica. Houve sessão "poster" (num total de 16 "posters") e exposição de equipamentos ("stands"). Duas mesas-redondas que discutiram assuntos educacionais e profissionais. Os anais do 5º ENECART e o boletim nº 12 da ABEC encontram-se em fase final de montagem. O próximo ENECART, provavelmente, será em Recife, em 1990.

02. Na Assembléia Geral Ordinária da ABEC, realizada no dia 31/07/88, no IPEA/UNESP, foram apresentadas as contas da diretoria anterior, eleita e empossada a nova diretoria, propostas e aprovadas moções e recomendações.

2.1. Recomendações: programa de divulgação da cartografia; criação de novos cursos; criação de área específica no CFE/MEC; reformulação dos currículos; concurso público para

preenchimento de cargos; estímulo à criação dos Conselhos Estaduais de Cartografia; ABEC ter voz e voto na COCAR; acatamento das recomendações do encontro INPECOCAR-UNIVERSIDADES.

2.2. Moções: estudo para prêmio de incentivo ao engenheiro cartógrafo; IRAS; entendimento com Federação dos Engenheiros Agrimensores e aplauso à Comissão Organizadora do 5º ENECART.

03. Atualmente, a diretoria executiva prioriza o Programa de Divulgação por entender ser ele a maior contribuição que pode ser dada à Engenharia Cartográfica, no momento, com o fim de minimizar e até eliminar alguns problemas crônicos afetos à especialidade. O referido programa está na fase de ante-projeto. O detalhamento do projeto será feito no 1º semestre de 1989 e a implantação do mesmo nos 02 anos seguintes.

04. Deve ser lembrado que a atual estrutura organizacional do sistema ABEC coloca o sócio em contato direto com a ABEC regional (há 05 até

o momento: SP, PR, DF, PE e RJ). A ABEC nacional encoraja os Engenheiros Cartógrafos a associarem-se a uma das regionais existentes, ou mesmo, criar novas regionais em Estados onde não existam, a fim de buscar meios de atuar em defesa dos legítimos interesses do Engenheiro Cartógrafo.

05. A ABEC está em entendimentos com a diretoria do Congresso Brasileiro de Cartografia Gramado/RS, a fim de garantir um espaço (provavelmente uma mesa-redonda) para discutir, debater e encaminhar propostas acerca de temas educacionais e profissionais com respeito ao Engenheiro Cartógrafo.

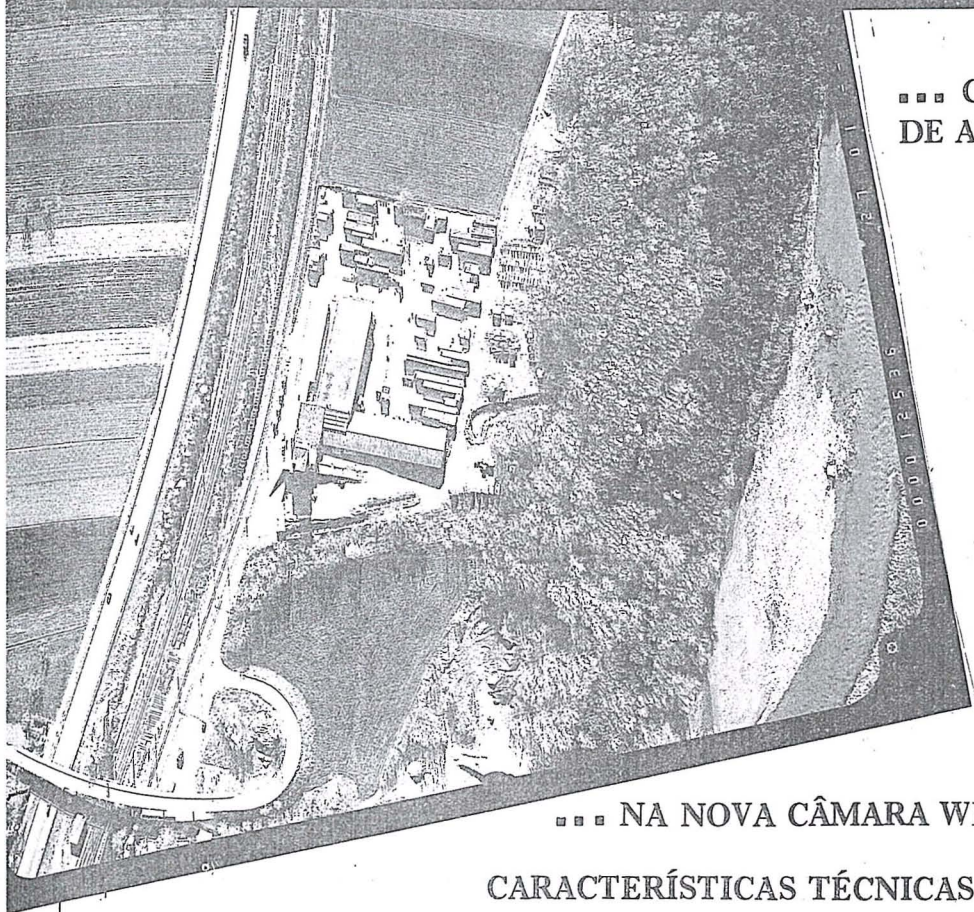
Antes, em Presidente Prudente-SP será realizada uma reunião com representantes de universidades, SBC, ABENGE e MEC para discutir a criação de nova área, novos cursos e reformulação do currículo dos cursos.

06. A diretoria da ABEC deseja aos engenheiros cartógrafos e a todos que atuam na área cartográfica um FELIZ NATAL e PRÓSPERO ANO NOVO.

JOÃO FERNANDO CUSTÓDIO DA SILVA  
Presidente da ABEC



# UMA RARA COMBINAÇÃO: IMAGEM NÍTIDA, CORES VERDADEIRAS E PRECISÃO



... COM (FMC) COMPENSAÇÃO  
DE ARRASTAMENTO DA IMAGEM

Com FMC



Sem FMC

... NA NOVA CÂMARA WILD AVIOPHOT RC20

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### PROJETO MODULADO

- Componentes principais, incluindo (FMC), incorporados à unidade de propulsão.
- FMC não precisa de cassetes especiais de filme.

### ÓTICA WILD DE ALTA RESOLUÇÃO

- Luminosidade elevada (f:4), em todos os cones-objetivas, permite tempos de exposição mais curtos.
- Qualidade de imagem excelente e uniforme sobre todo o clichê, mesmo no caso de imagens em cores verdadeiras e falsas-cores.
- Diafragma iris, progressivo, entre f:4 e f:22.
- Quatro cones-objetivas intercambiáveis, até em pleno vôo.

### FMC PARA AVIÕES MAIS VELOZES E ALTITUDES DE VÔO MAIS BAIXAS

- Posicionamento exato e nítida imagem das marcas fiduciais.
- Compensação de arrastamento da imagem até 640  $\mu\text{m}$ .

### CONTROLE DE EXPOSIÇÃO INTELIGENTE

- Determinação exata da exposição, também na região espectral próximo do infra-vermelho.
- Sistema de controle automático da exposição por micro-processador.
- Funções de armazenamento e de correção.

### CONEXÃO COM DIVERSOS SISTEMAS DE NAVEGAÇÃO PARA AERONAVES

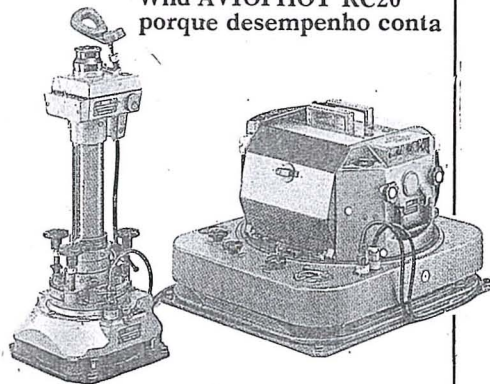
- Automatização do controle de exposição para missões de aerolevantamento de alta precisão.
- Reprodução de todos os dados disponíveis (posicionamento, funcionamento, filme e outros) na margem da fotografia.

### SEGURANÇA TOTAL DE FUNCIONAMENTO COM SISTEMA DE AUTO-DIAGNÓSTICO

- Eletrônica digital, incorporada, assegura alta confiabilidade.
- Monitoramento contínuo das funções da câmara.

Todas essas características de desempenho do sistema WILD AVIOPHOT RC20 têm uma coisa em comum: Elas constituem a configuração padrão de todas as câmaras RC20.

Wild AVIOPHOT RC20  
porque desempenho conta



**WILD BRASIL**  
INSTRUMENTAL TÉCNICO LTDA.  
Seu associado de sistema

Matriz: Rua Santa Ifigênia, 89 - 2º andar - 01207 - São Paulo-SP - Tel. (011) 228-2760  
Filial: Rua Campos Sales, 135 - 20270 - Rio de Janeiro-RJ - Tel. (021) 284-9893

**WILD**  
**HEERBRUGG**



## NOTÍCIAS DO INPE

### a) V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto

Realizado de 11 a 15 de outubro de 1988, no Centro de Convenções da cidade de Natal-RN, o V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, incluiu, este ano, a comemoração de 20 anos de Atividade de Sensoriamento Remoto no Brasil, o II WORKSHOP DE PCD'S e o I ENCONTRO DE LABORATÓRIOS REGIONAIS.

O V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (V SBSR) foi organizado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais-INPE e a Sociedade de Especialistas Latino-Americanos em Sensoriamento Remoto-SELPER, os quais tiveram o apoio das seguintes instituições e empresas: Earth Observation Satellite Company-EOSAT (EUA), Sociéte Européenne de Propulsion-SEP IMAGE (França), Intera Technologic (Canadá), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, Associação Nacional de Empresas de Aerolevantamento-ANEA, AEROSUL S.A., Engespaço Indústria e Comércio Ltda, Ministério da Aeronáutica-MAERCOMGAR, Agência Espacial Européia-ESA, Optronics e o Centro de Convenções de Natal.

A solenidade de abertura do V SBSR foi presidida pelo Diretor-Geral do INPE - Dr. Marco Antonio Raupp, acompanhado pelos presidentes da SELPER - Dr. Roberto Pereira da Cunha, SBC - Dr. Placidino Machado Fagundes, ANEA - Dr. Paulo Cesar Trino, EOSAT - Dr. Charles Willians, Diretor de Sensoriamento Remoto do INPE - Eng. Marcio Nogueira Barbosa e representantes nacionais e internacionais.

Durante as sessões plenárias diárias, foram apresentados os Programas Espaciais dos Estados Unidos (EOSAT), da União Soviética (SOJUSKAR-TA), do Brasil (MECB), da Europa (ESA) e da França (CNES). Participaram, também, do V SBSR representantes da NASA, NOAA e CNES.

O V SBSR foi atendido por 580 participantes, oficialmente registrados. Deste número, 522 correspondentes a participantes nacionais e 58 a participantes internacionais. Foram submetidos um total de 250 trabalhos técnicos, tendo sido apresentados 182 trabalhos, distribuídos por 24 sessões técnicas, 4 sessões especiais ("Workshops") e 64 sessões de painéis ("Poster Sessions"). Durante o V SBSR, foram distribuídos os anais do Simpósio, em três volumes, totalizando 758 páginas e correspondentes a 103 trabalhos.

Os trabalhos submetidos ao V SBSR compreenderam as seguintes áreas de atuação: Agricultura (20), Geologia (26), Meteorologia (7), Oceanografia (3), Pesquisa Básica (9), Processamento de Imagens (30), Sistemas Sensores (5), Vegetação (25) e outras áreas, tais como, Educação, Laboratórios Regionais, Sistemas de Observação da Terra, Instrumentação, Plataforma de Coleta de Dados, totalizando 59 trabalhos.

O V SBSR incluiu, no ano de 1988, um Curso de Sensoriamento Remoto em Microondas, Organizado pela ESA - SELPER e INPE. Este curso contou com a participação de 30 participantes.

A cerimônia de encerramento do V SBSR foi um evento conjunto com a cerimônia de comemoração de 20 Anos de Sensoriamento Remoto no Brasil, tendo sido, ambas, presididas pelo presidente da SELPER - dr. Roberto Pereira da Cunha e o Presidente da SBC - Dr. Placidino Machado Fagundes. Naquela oportunidade, foram homenageados pioneiros, pesquisadores, engenheiros, técnicos, empresas, instituições, embaixadas, os quais destacaram-se e contribuíram para o desenvolvimento da atividade de sensoriamento remoto no país.

A exposição técnica do V SBSR mostrou a experiência que os órgãos governamentais e privados têm adquirido, nos últimos anos, em termos de profissionalidade em exibição e promoção técnica, tendo sido motivo de intensa visitação e intercâmbio de idéias.

A comunidade brasileira de Sensoriamento Remoto reafirmou, no V SBSR, um crescimento na qualidade técnica de seus trabalhos e uma participação efetiva.

Os Simpósios Brasileiros de Sensoriamento Remoto são bianuais; o próximo, devendo ser realizado no segundo semestre de 1990.

### b) Ciclo de Palestras

O Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE e a Sociedade de Especialistas Latino-Americanos em Sensoriamento Remoto - SELPER, tem o prazer de convidar V. Sa. para participar dos ciclos de Palestras sobre APLICAÇÕES DE SENSORIAMENTO REMOTO EM LEVANTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS, a serem realizados no INPE, São José dos Campos-SP-BRASIL.

- 1) OBJETIVO - Fornecer uma visão integrada e abrangente dos fundamentos e das aplicações de Sensoriamento Remoto para o levantamento de Recursos Naturais.
- 2) JUSTIFICATIVA - Incentivar a disseminação de técnicas de Sensoriamento Remoto para a comunidade interessada, visando a ampliação da utilização das mesmas. Esta seria uma primeira abordagem para técnicos que queiram iniciar-se na área de Sensoriamento Remoto.
- 3) PARTICIPANTES - Os ciclos de palestras são dirigidos a dirigen-



---

tes de empresas, assessores de diretoria, chefes de departamento, superintendentes, secretários municipais e estaduais, técnicos ligados a planejamento e técnicos de Recursos Naturais que queiram tomar contato com as técnicas de Sensoriamento Remoto.

- 4) TEMAS A SEREM ABORDADOS -
- Princípios Físicos do Sensoriamento Remoto
  - Sistemas LANDSAT e SPOT, perspectivas futuras
  - O Serviço de Orientação e Atendimento ao Usuário - ATUS
  - Laboratórios e Centros Regionais de Sensoriamento Remoto
  - Aplicações do Sensoriamento Remoto em Recursos Hídricos, Geologia, Agronomia, Planejamento Urbano, Uso do Solo, Floresta e Cartografia.
  - Visita aos sistemas I-100 e SITIM
- 5) NÚMERO DE PARTICIPANTES -  
Máximo 30 pessoas

- 6) CARGA HORÁRIA -  
16 horas
- 7) DATAS DE REALIZAÇÃO -  
1º Ciclo - 6 e 7 de abril de 1989  
2º Ciclo - 10 e 11 de agosto de 1989
- 8) LOCAL DE REALIZAÇÃO -  
Instituto de Pesquisas Espaciais-  
INPE  
Av. dos Astronautas, 1758  
Bairro Jardim da Granja  
S. José dos Campos-SP
- 9) TAXA DE INSCRIÇÃO -  
A taxa de inscrição é de 12 OTN. Estão incluídos nesta taxa o material do curso e duas refeições.

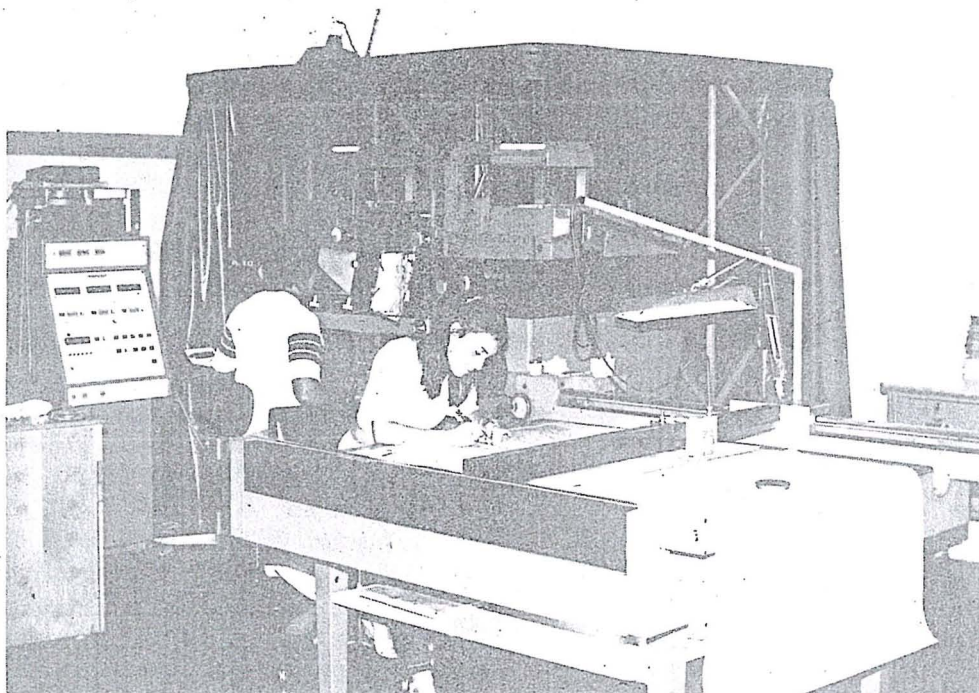
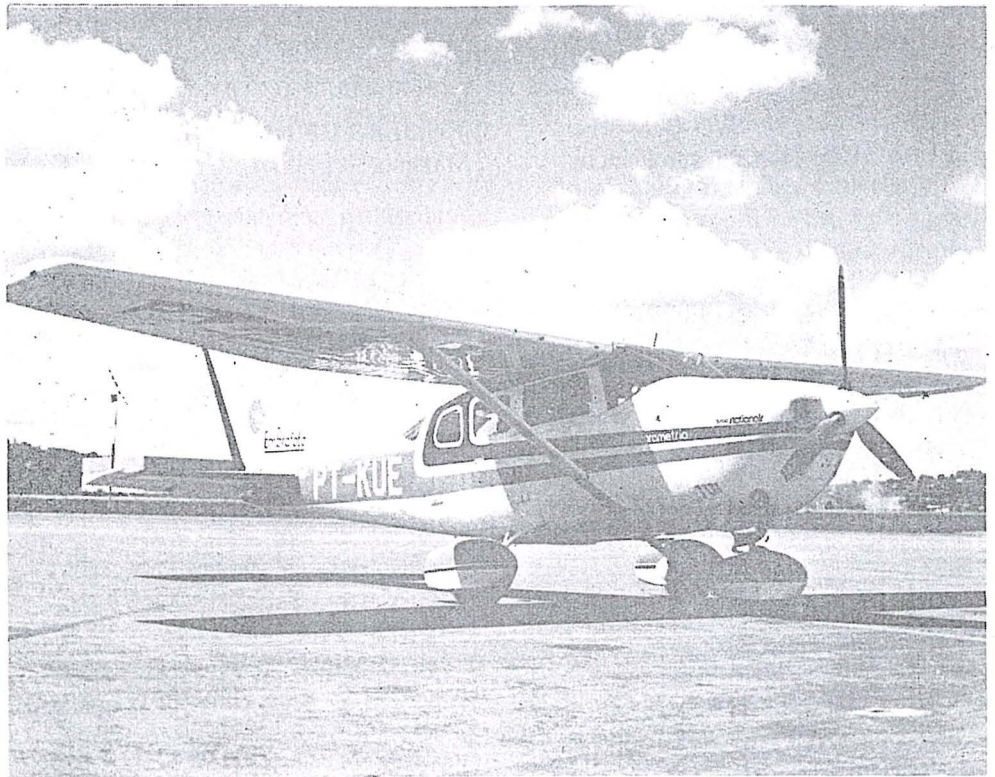


EMBRAFOTO

EMPRESA BRASILEIRA DE AEROFOTOGRAMETRIA S/A.

RUA JANUÁRIA, 552 - FLORESTA  
TELS.: 444-4588 - 444-4400 - 444-3411  
BELO HORIZONTE - MINAS

Há doze anos a EMBRAFOTO vem colaborando para o desenvolvimento brasileiro, fornecendo bases cartográficas necessárias à elaboração de projetos de engenharia.



Levantamentos e mapeamentos  
aerofotogramétricos.  
Plantas cadastrais urbanas e rurais.  
Levantamentos topográficos e  
geodésicos.  
Regularização Fundiária.

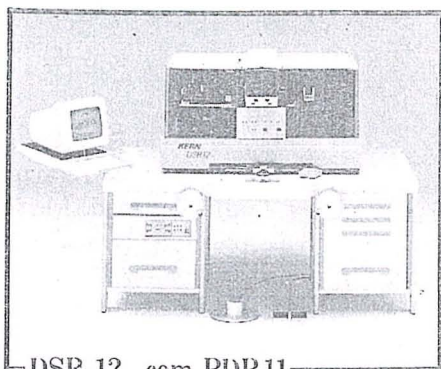


· CONTINUIDADE

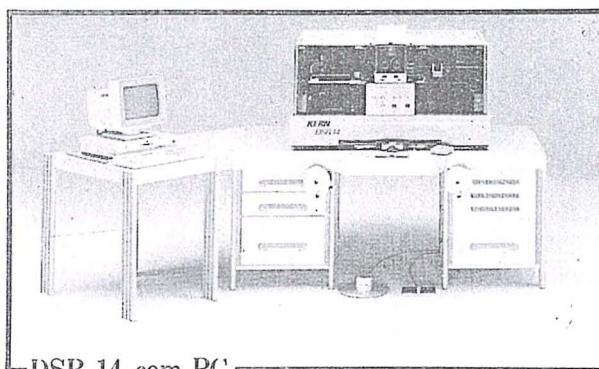
· VERSATILIDADE

· CONFIABILIDADE.

· PRODUTIVIDADE

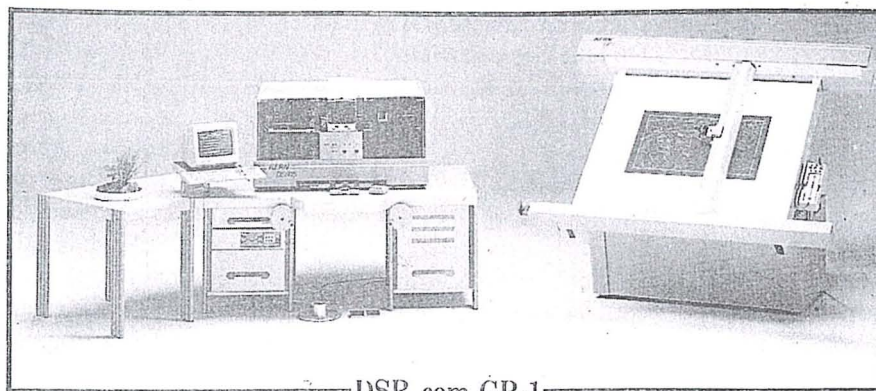


DSR-12 com PDP 11



DSR-14 com PC

*Correlação*

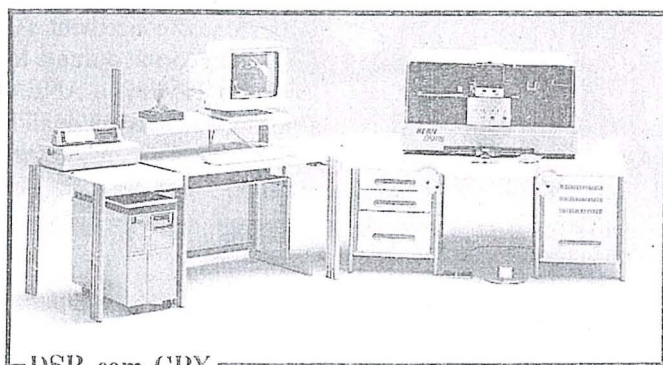


DSR com GP-1

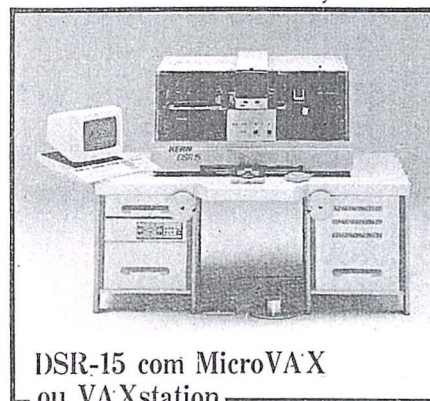
*Superimposição  
Mono e estéreo*

*DTM  
Automático*

*Medição automática  
de alturas*



DSR com GPX



DSR-15 com MicroVAX  
ou VAXstation

*Ortofoto  
digital*

Porta placas 250 x 250 e 250 x 480 mm.

Para maiores informações favor solicitar  
catálogo nº 600

INSTRUMENTOS KERN DO BRASIL S/A

Av. Rio Branco 14 - 2º e 3º andares

20090 - RIO DE JANEIRO - RJ

Tel: (021) 223-2172 - Telex 21 - 21008KERN

Telefax: (021) 233-6921

## NOVOS DIRIGENTES DA ANEA

Conforme preceitua o seu estatuto, em 07.04.88 a ANEA reuniu-se em Assembléia Geral ordinária para eleger o Presidente e os Vice-Presidentes do Conselho de Administração, os 3 membros do Conselho Consultivo, bem como os 3 membros titulares do Conselho Fiscal com seus suplentes.

Por unanimidade de votos, foram eleitos os candidatos aos cargos, passando o quadro de dirigentes da entidade a ter a seguinte constituição:

### **PRESIDENTE**

- Eng<sup>o</sup> Paulo Cesar Teixeira Trino (AERODATA)

### **VICE-PRESIDENTES**

- Eng<sup>o</sup> Luiz Fernando Procopiak de Aguiar (ESTEIO)

Grupo Setorial de Aerofotogrametria

- Eng<sup>o</sup> José Alvacyr Rastoldo (EMBRAFOTO)

Grupo Setorial de Sensoriamento Remoto

- Eng<sup>o</sup> Jorge Luz Filho (AEROFOTO)

Grupo Setorial de Cartografia

- Eng<sup>o</sup> Marcos Ribeiro Dantas (LASA)

Grupo Setorial de Aerogeofísica

### **CONSELHO CONSULTIVO**

- Eng<sup>o</sup> Silvio Vilar Guedes (PROSPEC)  
Presidente

- Eng<sup>o</sup> Newton Isaac da Silva Carneiro Junior (AEROSUL)

- Eng<sup>o</sup> Arno Wolter (ESTEIO)

### **CONSELHO FISCAL**

#### **\*TITULARES**

- Eng<sup>o</sup> Marcelo da Silva Narciso (MAPLAN)

- Eng<sup>o</sup> Renato Asinelli Filho (ENGEFOTO)

- Eng<sup>o</sup> Emile Said Checker (EMBRAFOTO)

#### **\*SUPLENTE**

- Dr. Carlos Alberto Rossi (MAPLAN)

- Dr. Luiz Cesar Pereira (ENGEFOTO)

- Eng<sup>o</sup> Marco Aurélio Carneiro (EMBRAFOTO)

### **ASSOCIADAS COLABORADORAS**

O conselho de Administração, reunido em 14.12.88 deliberou, por unanimidade de votos, acolher os pedidos de afiliação à ANEA - como Associadas Colaboradoras - formulados pelas empresas TOP DATA - Consultoria e Informática S/C Ltda estabelecida em Curitiba - PR e da WILD BRASIL INSTRUMENTAL TÉCNICO LTDA com sede em São Paulo e filial no Rio de Janeiro.

Congratulando-se com estas duas primeira Associadas Colaboradoras pela iniciativa que tomaram, a ANEA formula sinceros votos por uma feliz e profícua convivência.

### **SUPLÊNCIA NA COMISSÃO DE CARTOGRAFIA**

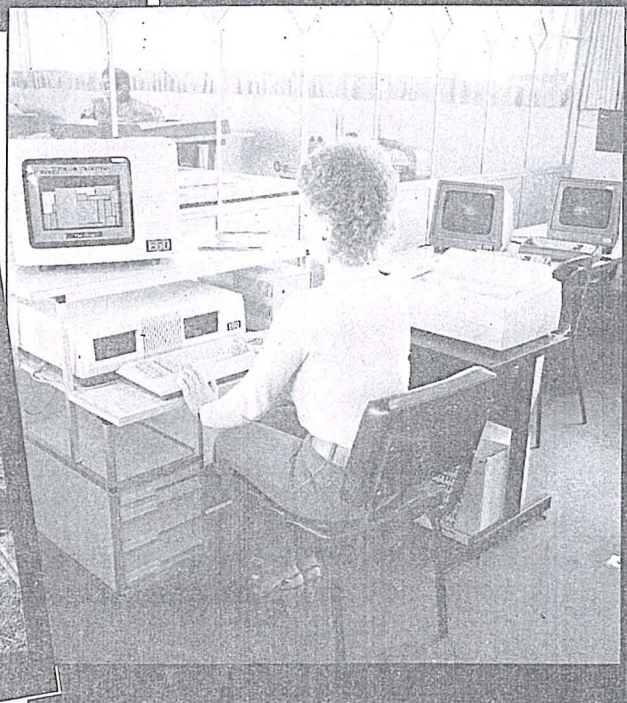
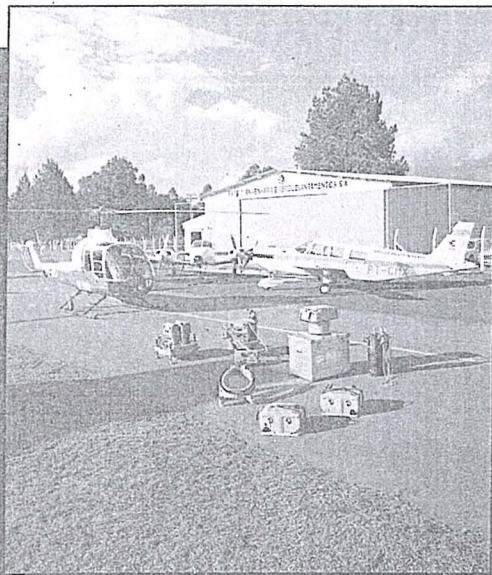
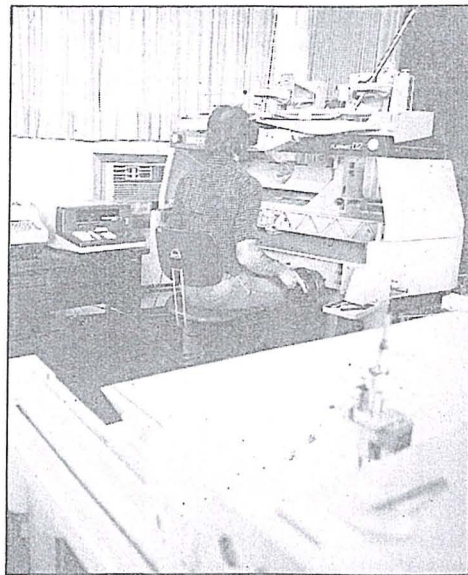
Com vistas a cobrir a lacuna aberta pela nomeação do Prof. Placi-

dino Machado Fagundes para integrar o Comitê Técnico Permanente da COCAR, foi designado Membro Suplente da ANEA, naquela Comissão, o Eng. LUIZ Fernando Procopiak de Aguiar, Diretor Técnico da nossa associada ESTEIO S.A Engenharia e Aerolevantamentos.

### **GRUPO INTERNACIONAL TIM 61.1/87**

Encerrando suas atividades como Grupo de Trabalho Interministerial, o TIM 87 apresentou ao Exmo. Sr. Ministro Chefe do Estado Maior das Forças Armadas, em novembro último, um circunstanciado Relatório no qual foi proposta a criação de uma comissão, de caráter permanente, designada Comissão Interministerial de Estudos Relativos ao Controle de Levantamentos Aeroespaciais - CIERCLA - e cujo objetivo principal seria assessorar o EMFA nos assuntos concernentes à matéria. Tal como ocorreu durante toda a existência do TIM 87, a ANEA integrará a nova Comissão, na qualidade de representante do segmento privado que atua na área dos Levantamentos Aeroespaciais.





# ESTEIO.

## Há 15 anos voando em terra firme.

Levantamentos e mapeamentos aerofotogramétricos  
Serviços geodésicos e topográficos  
Mapeamentos cadastrais urbanos e rurais • Ortofotocartas  
Bases cartográficas para projetos de engenharia  
Projetos de engenharia para rodovias, ferrovias, aeroportos e saneamento



ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A.

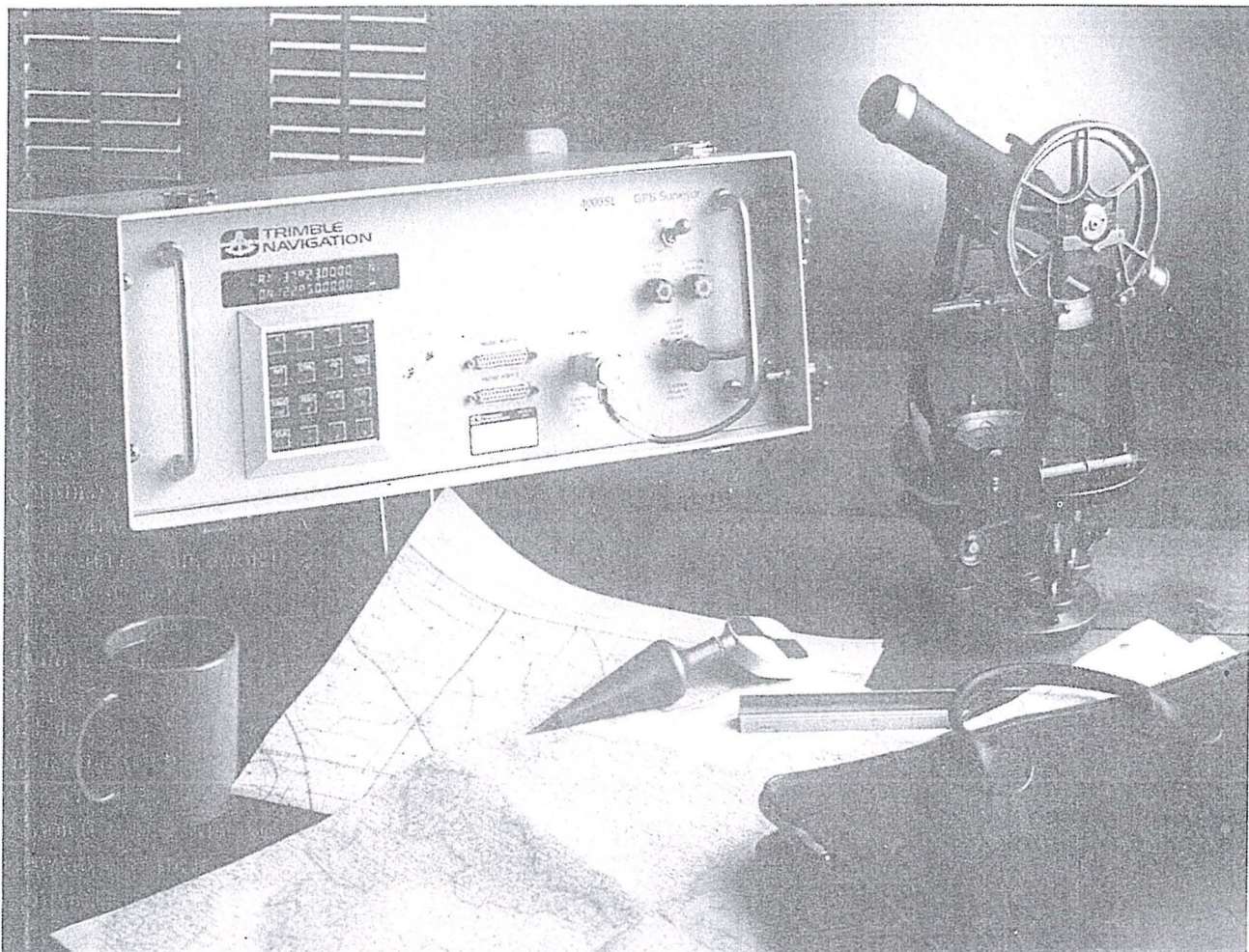
Rua Reinaldo Machado, 1151  
Fone (041) 232-1833  
Telex (041) 5412  
80.000 Curitiba - PR

Rua Cardeal Câmara Araújo, 146  
Fone (0482) 46-1833  
83.100 São José - SC  
(Grande Florianópolis)

Av. Pres. Vargas, 534  
19º andar — sala 1904  
Fone: (021) 263-3447  
20.071 — RJ



# AO FALAR EM GPS... PENSE EM TRIMBLE



AMBRIEX S.A. TRAZ PARA O BRASIL A MAIS AVANÇADA GERAÇÃO DE RECEPTORES GPS – O TRIMBLE 4000 SL

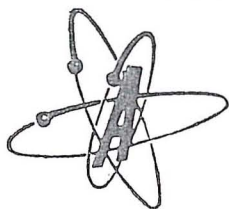
Este RECEPTOR-GPS é a resposta ao pessoal de levantamento nos questionamentos do peso, portabilidade e capacidade de operação em ambientes hostis para SISTEMAS GPS.

O **4000 SL** pode ser pré-programado, permitindo uma acentuada economia e redução do tempo de permanência no campo. Este modelo é dotado de uma memória permanente (não volátil) que possibilita o armazenamento de até 1 Mbyte de informação, correspondente a 4 dias de rastreamento, dispensando o uso de fitas cassete.

**OPCIONAL:** Microcomputador de campo, rústico, extremamente portátil e de baixo custo que permite o processamento no local, bem como o armazenamento dos dados observados em FLOPPY DISK.

Esta tecnologia de ponta, de alta confiabilidade e baixo custo é comercializada no Brasil pela **AMBRIEX S.A.**, garantindo desta forma uma melhor assistência técnica.

SOBRE ESTE E OUTROS PRODUTOS TRIMBLE, CONSULTE-NOS



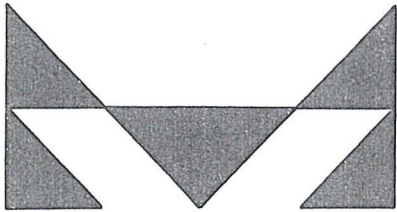
IMPORTAÇÃO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO

**Ambriex** S.A.

 **TRIMBLE  
NAVIGATION**

Matriz: (Head Office) Rua Ceará, 104 – 2.º e 3.º andares – Tels.: (021) 234-9384 FACSIMILE (021) 284-8749  
Telex (02) 21128 – Inscrição CGC 33.022.294/0001-01 – Inscrição Estadual 81.582.688 – Rio de Janeiro – RJ





# MAPLAN

## AEROLEVANTAMENTOS S.A.

- AEROFOTOGRAMETRIA
- LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS
- CADASTROS URBANOS E RURAIS
- LINHAS DE TRANSMISSÃO
- DEMARCAÇÃO DE ÁREAS
- PROJETOS DE URBANIZAÇÃO E LOTEAMENTOS
- ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DE PROJETOS INDUSTRIAIS
- PROJETOS RODOVIÁRIOS E FERROVIÁRIOS

ATRAVÉS DA CONFIANÇA ADQUIRIDA E SEMPRE AUMENTADA PELA QUALIDADE DOS SERVIÇOS PRESTADOS, MAPLAN VEM PARTICIPANDO INTENSAMENTE NA IMPLANTAÇÃO DE GRANDES PROJETOS EM VÁRIAS REGIÕES

MAPLAN AEROLEVANTAMENTOS S.A.  
AV. PAULINO MULLER, 845 JUCUTUQUARA  
FONES: (027) 223 23 22 / 223 21 88  
CEP. 29000 - VITÓRIA - E.S.

## NOTÍCIAS SOBRE O NOVO ESTADO DE TOCANTINS

O Estado de Tocantins, criado pela Constituição da REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, de 5 de outubro de 1988, com território desmembrado do Estado de Goiás, integra a Região Norte, limitando-se a leste, norte e oeste com os Estados da Bahia, Piauí, Maranhão e Mato Grosso, e, ao sul, com o Estado de Goiás. Tem área territorial de 277.321,9km<sup>2</sup> (\*) e divisão política-administrativa constituída de 62 municípios, dos quais, 60 serão transferidos do Estado de Goiás, e 2 outros municípios (ALIANÇA DO NORTE e S. VALÉRIO DA NATIVIDADE) com instalação prevista para 1º de janeiro de 1989.

Observa-se que foram criados pelo Estado de Goiás, durante o período 87-88, 18 municípios cujos territórios localizam-se no novo Estado de Tocantins, estando previstas, para o dia 16 de abril de 1989, as eleições municipais, quando então deverá ocorrer a instalação desses municípios.

A capital do novo Estado será designada, em caráter provisório, pelo Poder Executivo, até aprovação da sede definitiva pela ASSEMBLÉIA CONSTITUINTE.

Salienta-se que a instalação do novo Estado de Tocantins não poderá ocorrer em data anterior a 1º de janeiro de 1989.

Em consequência da criação do Estado de Tocantins, o Estado de Goiás passa a ter área territorial de 340.165,9km<sup>2</sup> (\*) e 194 municípios.

### RELAÇÃO DE MUNICÍPIOS DO ESTADO DE TOCANTINS

01. ALIANÇA DO NORTE (1)
02. ALMAS
03. ALVORADA
04. ANANÁS
05. ARAGUACEMA
06. ARAGUAÇU
07. ARAGUAÍNA

08. ARAGUATINS
09. ARAPOEMA
10. ARRAIAS
11. AUGUSTINÓPOLIS
12. AURORA DO NORTE
13. AXIXÁ DE GOIÁS
14. BABAÇULÂNDIA
15. BREJINHO DE NAZARÉ
16. COLINAS DE GOIÁS
17. COLMÉIA
18. CONCEIÇÃO DO NORTE
19. COUTO DE MAGALHÃES
20. CRISTALÂNDIA
21. DIANÓPOLIS
22. DOIS IRMÃOS DE GOIÁS

(\*) VALOR OBTIDO POR MEDIÇÕES EFETUADAS EM CARTAS TOPOGRÁFICAS NA ESC. 1:100.000

23. DUERÉ
24. FÁTIMA
25. FIGUEIRÓPOLIS
26. FILADÉLFIA
27. FORMOSO DO ARAGUAIA
28. GOIATINS
29. GAURAI
30. GURUPI
31. ITACAJÁ
32. ITAGUATINS
33. ITAPORÃ DE GOIÁS
34. LIZARDA
35. MIRACEMA DO NORTE
36. MIRANORTE
37. MONTE DO CARMO
38. NATIVIDADE
39. NAZARÉ
40. NOVA OLINDA
41. NOVO ACORDO
42. PALMEIRÓPOLIS
43. PARAÍSO DO NORTE DE GOIÁS
44. PARANÃ
45. PEDRO AFONSO
46. PEIXE
47. PIUM
48. PINDORAMA DE GOIÁS
49. PONTE ALTA DO BOM JESUS
50. PONTE ALTA DO NORTE

51. PORTO NACIONAL
52. PRESIDENTE KENNEDY
53. RIO SONO
54. SÃO SEBASTIÃO DO TOCANTINS
55. SÃO VALÉRIO DA NATIVIDADE (1)
56. SILVANÓPOLIS
57. SÍTIO NOVO DE GOIÁS
58. TAGUATINGA
59. TOCANTÍNIA
60. TOCANTINÓPOLIS
61. XAMBIOÁ
62. WANDERLÂNDIA.

### MUNICÍPIOS DO ESTADO DE TOCANTINS COM ELEIÇÕES PREVISTAS PARA 14/04/89.

- APARECIDA DO RIO NEGRO - tem sua origem nos municípios de TOCANTÍNIA e PORTO NACIONAL;
- BARROLÂNDIA .....- tem sua origem no município de MIRACEMA DO NORTE;
- BERNARDO SAYÃO .....- tem sua origem no município de COLMÉIA;
- BIRITI DO NORTE .....- tem sua origem no município de SÃO SEBASTIÃO DO TOCANTINS;
- CASCARA .....- tem sua origem no município de ARAGUACEMA;
- COMBINADO .....- tem sua origem no município de ARRAIAS;
- DIVINÓPOLIS DE GOIÁS .....- tem sua origem no município de MIRACEMA DO NORTE;
- GOIANORTE .....- tem sua origem no município de ARAGUACEMA;



MARIANÓPOLIS DO NORTE - tem sua origem nos municípios de ARAGUACEMA e MIRACEMA DO NORTE;

NOVA ROSALÂNDIA .....- tem sua origem nos municípios de CRISTALÂNDIA, PORTO NACIONAL e FÁTIMA;

NOVO ALEGRE (cancelado) - tem sua origem nos municípios de ARRAIAS e CAMPOS;

PEQUIZEIRO ..... - tem sua origem no município de COLMÉIA;

PORTO ALEGRE DO TOCANTINS - tem sua origem no município de ALMAS;

PRAIA NORTE ..... - tem sua origem no município de ITAGUATINS;

SAMPAIO ..... - tem sua origem no município de AUGUSTINÓPOLIS;

SANTA ROSA DO TOCANTINS - tem sua origem no município de NATIVIDADE;

SANTA TEREZA DO NORTE - tem sua origem no município de NOVO ACORDO;

TAQUARASSU DO PORTO - tem sua origem no município de PORTO NACIONAL;

**RELAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE GOIÁS APÓS A CRIAÇÃO DO ESTADO DE TOCANTINS**

ABADIANIA, ACREUNA, AGUA LIMPA, ALEXANIA, ALOANDIA, ALTO PARAÍSO DE GOIÁS, ALVORADA DO NORTE, AMERICANO DO BRASIL, AMORINÓPOLIS, ANÁPOLIS, ANHANGÜERA, ANICUNS, APARECIDA DE GOIÂNIA, APORÉ, ARAÇU, ARAGARÇAS, ARAGOIÂNIA, ARAGUAPAZ, ARENÓPOLIS, ARUANÃ AURILÂNDIA, AVELINÓPOLIS, BALIZA, BARRO ALTO, BELA VISTA DE GOIÁS, BOM JARDIM DE GOIÁS, BOM JESUS DE GOIÁS

BRAZABANTES, BRITÂNIA, BURI TI ALEGRE, CABECEIRAS, CACHOEIRA ALTA, CACHOEIRA DE GOIÁS, CACHOEIRA DOURADA, CAÇU, CAIAPONIA, CALDAS NOVAS, CAMPESTRE DE GOIÁS CAMPINAÇU, CAMPINORTE, CAMPO ALEGRE DE GOIÁS, CAMPOS BELOS, CARMO DO RIO VERDE, CATALÃO, CATURAI, CAVALCANTE, CERES, CÓRREGO DO OURO, CORUMBÁ DE GOIÁS, CORUMBAÍBA, CRISTALINA, CRISTIANÓPOLIS, CRIXAS, CROMÍNIA, CUMARI, DAMIANÓPOLIS DAMOLÂNDIA, DAVINÓPOLIS, DIORAMA, DOVERLÂNDIA, EDÉIA, ESTRELA DO NORTE, FAZENDA NOVA, FIRMINÓPOLIS, FLORES DE GOIÁS, FORMOSA, FORMOSO, GALHEIROS, GOIANÓPOLIS, GOIANDIRA, GOIANÉSIA, GOIÂNIA, GOIANIRA, GOIÁS, GOIATUBA, GUAPO, GUARANI DE GOIÁS, HEITORAI, HIDROLÂNDIA, HIDROLINA, IACIARA, INDIARA, INHUMAS IPAMERI, IPORA, ISRAELÂNDIA, ITABERAI, ITAGUARU, ITAJÁ, ITAPACI, ITAPIRAPUÃ, ITAPURANGA, ITARUMÃ, ITAUÇU ITUMBIARA, IVOLÂNDIA, JANDAIA, JARAGUÁ, JATAÍ, JAUPACI JOVIÂNIA, JUSSARA, LEOPOLDO DE BULHÕES, LUZIANIA, MAIRIPOTABA, MAMBAÍ, MARA ROSA MARZAGÃO, MAURILÂNDIA, MINAÇU, MINEIROS, MOIPORA, MONTE ALEGRE DE GOIÁS, MONTES CLAROS DE GOIÁS, MORRINHOS, MOSSAMEDES, MOZARLÂNDIA, MUNDO NOVO, MUTUNÓPOLIS, NAZÁRIO, NERÓPOLIS, NIQUELÂNDIA, NOVA AMÉRICA, NOVA AURORA, NOVA-CRIXAS, NOVA GLÓRIA, NOVA ROMA, NOVA VENEZA, NOVO BRASIL, ORIZONA, OURO VERDE DE GOIÁS, OUVIDOR, PADRE BERNARDO, PALMEIRAS DE GOIÁS, PALMELO, PLAMINÓPOLIS, PANAMÁ, PARANAIGUARA, PARAÚNA, PETROLINA DE GOIÁS, PILAR DE GOIÁS, PIRACANJUBA, PIRANHAS, PIRENÓPOLIS, PIRES DO RIO, PLANALTINA, PONTALINA, PORANGATU PORTELÂNDIA, POSSE, QUIRINÓ-

POLIS, RIALMA, RIANÁPOLIS, RIO VERDE, RUBIATABA, SANCLERLÂNDIA, SANTA BARBARA DE GOIÁS, SANTA CRUZ DE GOIÁS, SANTA HELENA DE GOIÁS, SANTA ISABEL, SANTA RITA DO ARAGUAIA, SANTA ROSA DE GOIÁS, SANTA TEREZA DE GOIÁS, SANTA TEREZINHA DE GOIÁS, SANTO ANTONIO DO DESCOBERTO, SÃO DOMINGOS, SÃO FRANCISCO DE GOIÁS, SÃO JOÃO D'ALIANÇA, SÃO LUIS DE MONTES BELOS, SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA, SÃO SIMÃO, SERRANÓPOLIS, SILVÂNIA, SÍTIO D'ABADIA, TAQUARAL DE GOIÁS, TRÊS RANCHOS, TRINDADE, TURVÂNIA, URUAÇU, URUANA URUTAÍ, VARJÃO, VIANÓPOLIS VICENTINÓPOLIS,

jobs/...





### LMK

Primeira câmera aerofotogramétrica dotada de microprocessadores para compensação de movimento da imagem e medição diferencial da iluminação do objeto para controle de exposição. Estas inovações permitem melhor qualidade dos fotogramas e uma maior rentabilidade do trabalho. O novo sistema com menores escalas fotográficas, possibilita a obtenção de modelos com maiores dimensões.

#### EQUIPAMENTOS FOTOGAMÉTRICOS TOPOCART / ORTOFOTO

- Restituídor Analógico  
INTERPRETOSCOPIO
- Equipamento de Interpretação  
KARTOFLEX
- Aparelho para atualização de mapas  
DZT 90 x 120

- Coordenatógrafo de precisão  
RECTIMAT
- Retificador de aerofotografias  
TRANSMARK
- Marcador de pontos por laser  
UMK
- Câmera Fotogramétrica terrestre

Representante Exclusivo:  
OPTRONICS SISTEMAS ÓPTICOS E ELETRÔNICOS  
LTDA

Av. Washington Luiz n.º 5654/5658 CEP 04626  
Telefone: (011) 533.3366 São Paulo – SP

Representante Exclusivo no Brasil  
OPTRONICS SISTEMAS ÓPTICOS E ELETRÔNICOS LTDA  
Rua Baltazar da Veiga n.º 230 – Vila Nova Conceição – São Paulo – SP – CEP 04510  
Telefone: (011) 533-3366 Telex: (011)22751



# SISGRAPH

## Mapas Inteligentes

A **Sisgraph** apresenta para cartógrafos, agrônomos, geólogos, engenheiros florestais e todos os profissionais que atuam na área de mapeamento, um sistema de computação gráfica completo e integrado que cria e gerencia "mapas inteligentes".

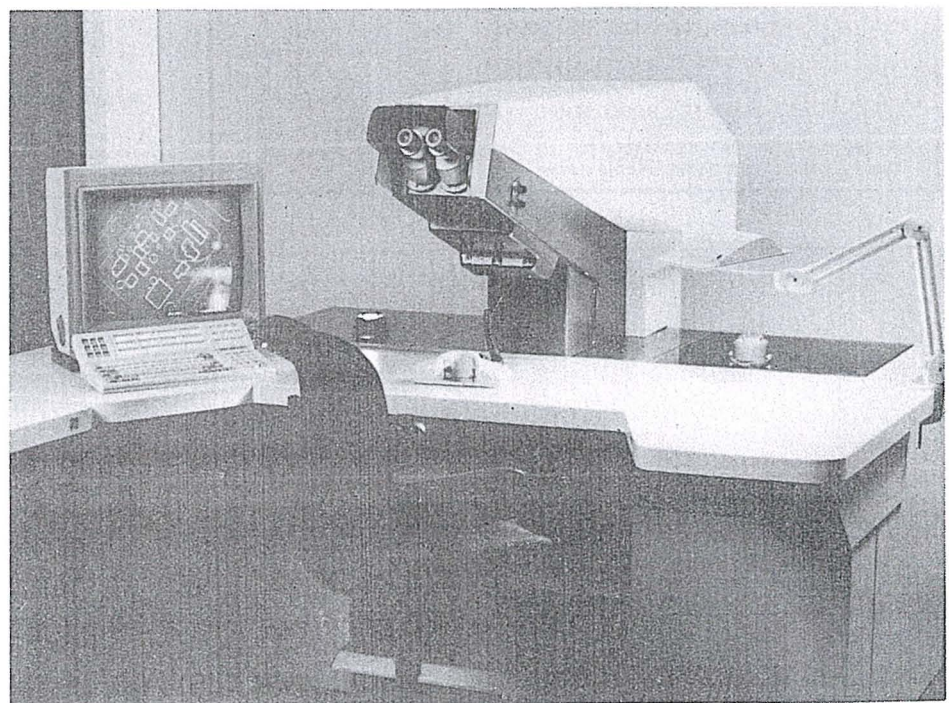
Os dados podem vir das mais diversas fontes, incluindo estereoplotters, teodolitos eletrônicos, mapas já existentes, planilhas de campo, imagens de satélites, ou dados em outros formatos digitais.

O Sistema **Sisgraph** se encarrega em compilar os dados, manter e analisar as informações, produzir e revisar os mapas e apresentá-los no formato, projeção e escala que for mais conveniente.

A facilidade de associação de banco de dados às imagens possibilita ao usuário um tratamento inteligente das informações e uma flexibilidade inexistente em processos tradicionais.

Queremos mostrar a você como a versatilidade do Sistema **Sisgraph** pode mudar seu padrão de competitividade, dando a sua empresa capacidade de planejar e controlar todo o ciclo de geração, manutenção e atualização de mapas.

Uma estrutura de suporte garante a operacionalidade de nossos sistemas. Por estas características, a **Sisgraph** já é a empresa líder no fornecimento de sistemas gráficos interativos para mapeamento no Brasil. Venha nos conhecer.



Estação de trabalho integrada ao restituidor analítico

**Sisgraph SA**  
Rua Estados Unidos 116  
01427 São Paulo SP  
Tel (011) 881 5300  
Telex (011) 32693 INGR BR



# Índice Comercial

## FUNDAMENTOS PARA FOTOINTERPRETAÇÃO

Paul Simon Anderson

destaca as bases metodológicas teóricas e técnicas da Fotointerpretação. Visa servir os estudantes universitários e profissionais de diversas áreas.  
à venda na sede do SBC

Preço de cada exemplar Cz\$ 700,00



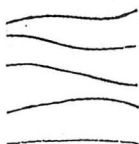
**AGROFOTO S.A.**

MAPEAMENTOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS DE ÁREAS URBANAS E RURAIS.

BASES CARTOGRÁFICAS PARA PROJETOS DE ENGENHARIA CIVIL E AGRÔNOMICA.

LEVANTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS POR INTERPRETAÇÃO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS E IMAGENS DE SATÉLITES E RADAR.

Rua Ramon Franco, 99 - Urca - Rio de Janeiro - RJ  
Tel. 295-7547 - Telex 02133727 AGFT - Cep 22.290



Atuando há 12 anos no ramo de levantamentos Topográficos, Projetos, Locações, Demarcações Fundiárias, Acompanhamentos de Obras etc.

## AGRIMENSURA TÉCNICA MARIN LTDA SC

Rua Iperolg, 580 - Perdizes - São Paulo - SP  
Tels. 872-5488



**topografia e aerolevantamentos Ltda**

Levantamentos aerofotogramétricos e Topográficos, Locações, e acompanhamentos de obras

Av. Armando Lombardi, 800-S/314 - Tel. 399-6699  
Barra da Tijuca - Rio de Janeiro-RJ



Assistência técnica de TELURÔMETROS, desde 1958

Oficina especializada para manutenção, reparos e calibragem

## PRO-GEO REPRESENTAÇÕES LTDA

Rua da Lapa, 180-sala 1103 - Tel. 222-0520  
20021-Rio de Janeiro-RJ

GEOSAT pesquisas espaciais Ltda

aplicações de imagens de satélite e de fotografias aéreas levantamento e mapeamento de recursos terrestres diagnóstico e análise de impactos ambientais plano diretor (urbano e rural) para a administração municipal atlas e mapas murais para o ensino. Cartografia temática aplicada

Praia do Flamengo, 66 Bloco B sala 602  
Rio de Janeiro (021) 2650794 - 2254392

COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S/A.

**COMPLASA**



PROCESSAMENTO E APLICAÇÕES GRÁFICAS NOS SISTEMAS

- CADASTRO RURAL E URBANO
- LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS
- PROJETOS RODO-FERROVIÁRIOS

Av. Alm. Frontin, 381-Ramos  
Tel. 260-1944 - CEP 21030-Rio de Janeiro-RJ



**EXPERTS**  
COMPUTAÇÃO INSTRUMENTOS CARTOGRAFIA E REPRESENTAÇÃO LTDA

Equipe técnica treinada nas fábricas e sofisticada aparelhagem eletrônica para melhor servir.

MANUTENÇÃO DE INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS:

- TELURÔMETROS: MRA 3, MRA 4, MRA 5, MRA 101 E CA 1000
- DISTANCIÔMETROS ELETRO-ÓTICOS EM GERAL
- RASTREADORES DE SATÉLITES

R. Ceará 104-2º andar  
Pr. da Bandeira-RJ

Tel: 284-8137

ANAIS

**13** congresso  
brasileiro de  
cartografia  
BRASILIA 19-25 JULHO 87

VOCÊ ainda pode receber, em sua cidade, os ANAIS do 13.º CBC, volume único contendo trabalhos apresentados no evento.

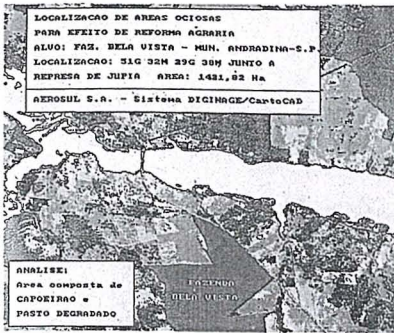
Preço: Cz\$500,00 mais despesas postais (reembolso).

Pedidos por carta ou telefone:

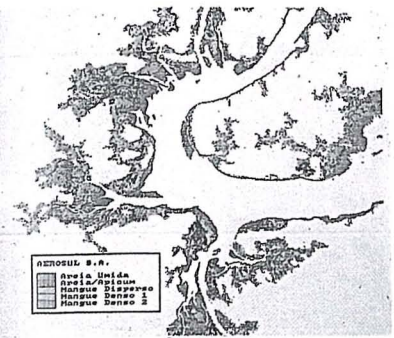
SBC (R. Janeiro) - tel: (021) 240.6901

SBC (Brasília) - tel: (061) 225.2953

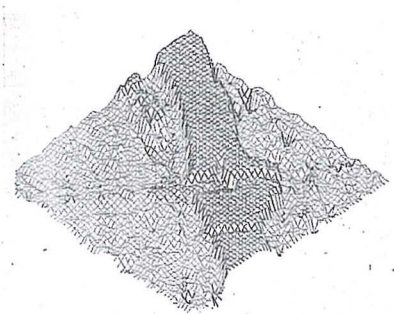




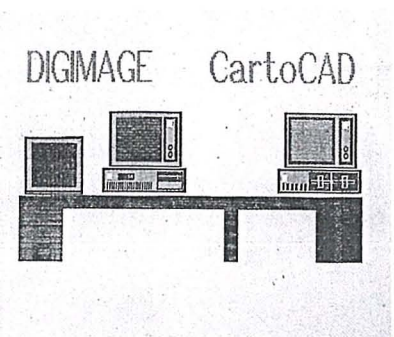
REFORMA AGRÁRIA  
 REFORMA AGRARIA  
 AGRARIAN REFORM



ESTUDOS COSTEIROS  
 ESTUDIOS COSTEROS  
 COASTAL SURVEYS



MODELOS DIGITAIS  
 MODELOS DIGITALES  
 DIGITAL MODELS



INTERAÇÃO GRÁFICA AUTOMÁTICA  
 COM SAÍDA PARA PLOTTER  
 INTERACCIÓN GRÁFICA AUTOMÁTICA,  
 CON SALIDA PARA PLOTTER  
 AUTOMATIC GRAPHIC INTERACTION  
 WITH PLOTTER OUTPUT

— AEROSUL S.A.  
 EMPRESA PRIVADA, PIONEIRA NO PROCESSAMENTO  
 AUTOMÁTICO DE IMAGENS ORBITAIS NO BRASIL.

- Software **DIGIMAGE\*** desenvolvido pela própria Empresa.
- INTERAÇÃO AUTOMÁTICA da imagem processada com o sistema Gráfico-interativo **CARTOCAD\***
- **Interpretação automática** com correções radiométricas e geométricas.
- Modelos digitais do terreno.
- Processamento de Imagens em perspectiva.
- Cálculo de áreas, histogramas, etc.

— AEROSUL S.A.

HACER PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ORBITALES.  
 ES LA PRIMERA COMPAÑIA PRIVADA BRASILEÑA EN

- Software **DIGIMAGE\*** desarrollado en la propia Compañía.
- Interacción automática del procesamiento de las imágenes orbitales con el sistema gráfico interactivo **CARTOCAD\***
- Interpretación enteramente automática con correcciones radiométricas y geométricas de la imagen.
- Modelos digitales del terreno.
- Procesamiento de imágenes en perspectiva.
- Cálculo de áreas, histogramas, etc.

— AEROSUL S.A.

PRIVATE ENTERPRISE, FIRST COMPANY IN AUTOMATIC  
 IMAGE PROCESSING IN BRAZIL.

- Software **DIGIMAGE\*** developed by AEROSUL S.A
- Automatic interaction between image processing system with **CARTOCAD\*** graphic-interactive system — Plotter Data Input.
- Automatic interpretation system with radiometric and geometric corrections.
- Terrain digital models.
- Perspective Image processing.
- Area calculations, histograms, etc.

\* OS PRODUTOS **DIGIMAGE** E **CARTOCAD** SÃO  
 MARCAS REGISTRADAS DA AEROSUL S.A.

\* LOS PRODUCTOS **DIGIMAGE** Y **CARTOCAD** SON  
 MARCAS REGISTRADAS DE AEROSUL S.A.

\* THE PRODUCTS **DIGIMAGE** AND **CARTOCAD**  
 ARE TRADE MARKS OF AEROSUL S.A.





Aerofoto Cruzeiro S.A. encontra-se em condições de executar recobrimientos aerofotogramétricos em escalas de 1:2.000 a 1:160.000, dispoendo para tal de uma aeronave Gates Learjet 25 C, jato puro, que voa a 890 km/h, numa altitude de até 15.000 metros, dotado de moderno sistema de navegação inercial; dois Beechcraft BE-80 "Queen-Air", dois Britten-Norman "Islander".

O Learjet está preparado para a utilização de duas câmaras aéreas ou outros sensores, possibilitando o emprego simultâneo tanto de objetivos com distâncias focais diferentes, quanto o uso de filmes pancromáticos, colorido e infra-vermelho (preto e branco ou colorido).

O laboratório fotográfico da Aerofoto Cruzeiro S.A. está devidamente equipado para o processamento dos filmes mencionados.

Acima, fotografia aérea de Salvador—Bahia obtida com filme Kod Aerocolor, na escala média de 1:8.000.



**AEROFOTO  
CRUZEIRO S.A.**

Av. Almirante Frontin, 381 Tel.: 290-5212  
Ramos - 21.030 - Rio de Janeiro - RJ - Br  
Telex: 21859 SACS - BR  
End. telegráfico: FOTOSUI