

revista brasileira de

# CARTOGRAFIA

Nº 40 — JULHO/86

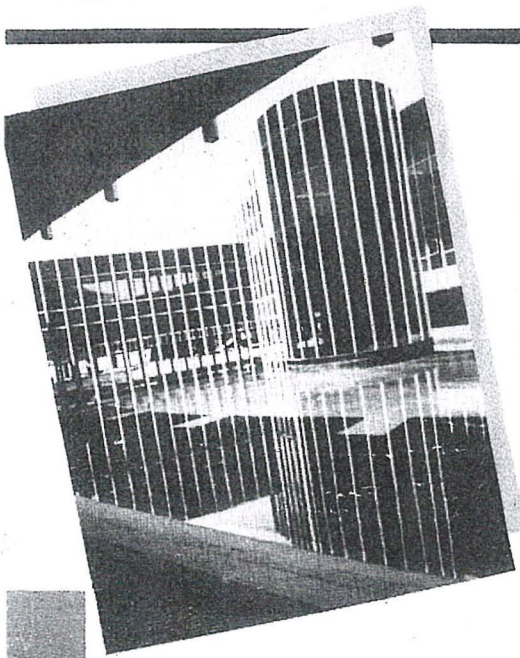


A COMUNIDADE CARTOGRÁFICA BRASILEIRA  
CONGRATULA-SE

- COM O IBGE POR SEU JUBILEU DE OURO
- A ANEA POR SEU JUBILEU DE PRATA



# Cenpes: uma usina de idéias, brasileira



# como você.



O Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello - CENPES, atuando nas áreas de pesquisa, desenvolvimento e engenharia, tem uma boa folha de serviços prestados ao País.

São 619 técnicos de nível superior, entre engenheiros, químicos, geólogos etc..., que, apenas em 1983, concluíram 174 projetos.

E já são 17 as unidades industriais construídas com projetos CENPES.

Os pedidos de patentes depositados (119 no país e 155 no exterior) são outro indicador de intensa atividade que para o Brasil significa, antes de tudo, economia de divisas e tecnologia brasileira avançada.



**PETROBRAS**  
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.



# EDITORIAL DA PRESIDÊNCIA

A Cartografia, como tantas outras ciências aplicadas, não escapou à influência do vertiginoso avanço tecnológico, nas áreas da Informática e das Atividades Espaciais, estando, por via de consequência, a preparar-se para um salto sem precedentes na sequência de seu desenvolvimento.

A evolução para o armazenamento digital dos dados a cartografar, a automatização do processo de visualização da informação, a coleta dos dados primários com empregos de sensores remotos transportados por espaçonaves ou por satélites artificiais e a sua transformação para os sistemas de projeção adotados para representação da superfície da Terra e de outros planetas, mediante sofisticada formulação matemática e elaborados programas de computação eletrônica, são aspectos das novas tecnologias que passaram a constituir desafio no cotidiano dos especialistas deste ramo da Engenharia.

O Governo brasileiro não só se apercebeu da imprescindibilidade de acompanhar de perto e participar, ativamente, do processo evolutivo, técnico-científico, em sua planitude, criando o Ministério da Ciência e Tecnologia, como reconheceu a conveniência de inserir no organograma desse Ministério, órgão colegiado coordenador da cartografia brasileira, qual seja, a Comissão de Cartografia — COCAR, que pela abrangência de sua atuação, disciplinando, apoiando e fomentando o desenvolvimento e aprimoramento das cartografias terrestres, náutica e aeronáutica, contará com todo o acervo técnico e científico do Ministério a que se vem de vincular.

Em contrapartida, por congregar competentes representantes das entidades que a compõem, constituirá o órgão específico de assessoramento do Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia na apreciação dos problemas inerentes à atividade Cartográfica.

Integram a Comissão de Cartografia representantes não apenas das organizações governamentais e privadas executoras da Cartografia no País, mas também, dos principais usuários dos produtos cartográficos.

Por oportuno, neste ano de 1986, em que o Instituto Brasileiro de Cartografia e Estatística comemora seus 50 anos de existência e a Associação Nacional de Empresas de Aerolevante completa 25 anos de atividades ininterruptas, a Sociedade Brasileira de Cartografia não poderia deixar de demonstrar, de público, o seu regozijo pelo transcurso de tão significativas efemérides, marcantes da vida ativa de duas das mais prestigiosas instituições integrantes do Sistema Cartográfico Brasileiro.

Ao IBGE, nossos votos de perene sucesso na consecução das relevantes tarefas de sua alçada que, com tanto empenho, pertinácia e competência vem desenvolvendo.

À ANEA os augúrios de renovadas vitórias na luta pela preservação e engrandecimento da iniciativa privada brasileira no vasto e abrangente campo da Cartografia em nosso País.

Paulo Cesar Trino  
Presidente



Presidente

Eng<sup>o</sup> Paulo Cesar Teixeira Trino  
Vice-Presidente para Assuntos Técnico-Científicos  
Eng<sup>o</sup> Mauro Pereira de Mello  
Vice-Presidente para Assuntos Internacionais  
Eng<sup>o</sup> Placidino Machado Fagundes  
Vice-Presidente para Assuntos Regionais  
Eng<sup>o</sup> Raimundo Orlor Nunes  
Vice-Presidente de Administração e Finanças  
Eng<sup>o</sup> Jorge Luz Filho  
Secretário Geral  
Eng<sup>o</sup> Alisson Vieira de Vasconcelos

Diretores Regionais

Região Sul

Eng<sup>o</sup> Arno Wolter

Região Sudeste

Eng<sup>o</sup> Irineu Idoeta

Região Centro-Oeste

Prof<sup>a</sup> Magnólia de Lima

Região Nordeste

Eng<sup>o</sup> José Jorge de Seixas

Região Norte

Eng<sup>o</sup> Gilson Rodrigues Silva

Conselho Deliberativo

Titulares

Eng<sup>o</sup> Angelo José Pavan  
Eng<sup>o</sup> Antonio Carlos Barbosa Gomes  
Eng<sup>o</sup> Eduardo Silveira de Souza  
Eng<sup>o</sup> Marcelo Carvalho dos Santos  
Eng<sup>o</sup> Marco Antonio Gonçalves Bompet  
Eng<sup>o</sup> Ricardo Sérgio da Fonseca França  
Eng<sup>o</sup> Silvino Olegário de Carvalho Neto  
Eng<sup>o</sup> Herbert Erwes  
Eng<sup>o</sup> Floriano Barbosa dos Reis

Suplentes

Eng<sup>o</sup> Marcio Henrique de Oliveira Aquino  
Eng<sup>o</sup> Nei Erling  
Arqt<sup>o</sup> Célio Lima de Macedo

Conselho Fiscal

Titulares

Eng<sup>o</sup> Walter Brito  
Eng<sup>o</sup> Celsio de Oliveira Campos  
Eng<sup>o</sup> Nelson da Silva Campos

Suplentes

Econ. Abilio Fernando Quelhas de Oliveira  
Eng<sup>o</sup> Lécio Passos Narcizo  
Eng<sup>o</sup> Eliane Alves da Silva

Comissões Técnicas

Comissão I — Fotogrametria

Eng<sup>o</sup> Hanns J. C. von Studnitz

Comissão II — Astronomia, Geodésia e Topografia

Eng<sup>o</sup> Angelo José Pavan

Comissão III — Fotointerpretação

Prof<sup>a</sup> Ana Maria Coutinho

Comissão IV — Sensoriamento Remoto

Eng<sup>o</sup> Marcio Nogueira Barbosa

Comissão V — Cartografia Topográfica, Temática e Especial

Eng<sup>o</sup> Julio Marinho de Carvalho Junior

Comissão VI — Ensino e Formação Profissional

Eng<sup>o</sup> José Bittencourt de Andrade

Comissão VII — Hidrografia

Cmt. Érico José Cavalcanti de Albuquerque

Comissão VIII — Sistemas de Informações

Geoambientais

Eng<sup>o</sup> Carlos Eduardo de Miranda Lisboa

Conselho de Editoração

Eng<sup>o</sup> Claudio Ivanof Lucarevski  
Eng<sup>o</sup> Genaro Araújo da Rocha  
Eng<sup>o</sup> Placidino Machado Fagundes

## SUMÁRIO

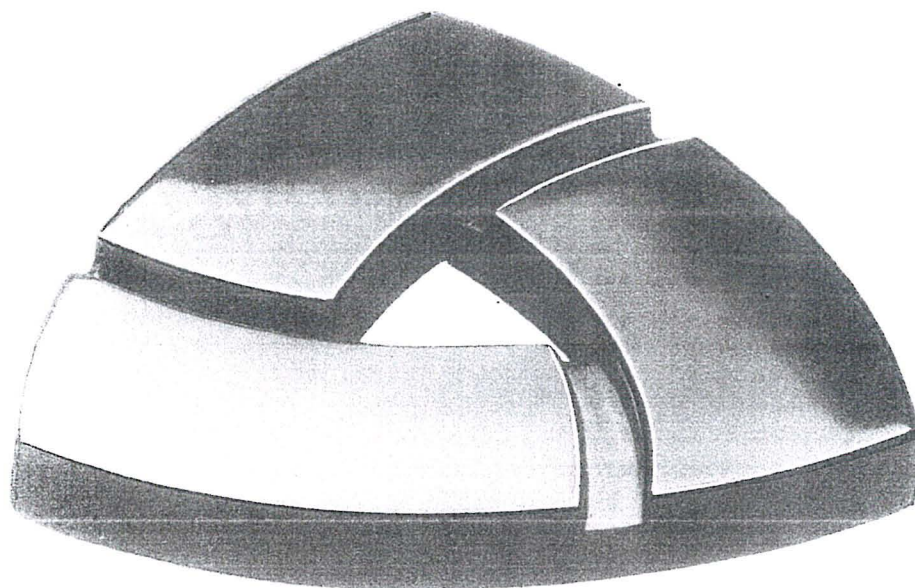
Editorial da Presidência	3
O Dia do Cartógrafo	6
A União Internacional de Levantamentos e Mapeamento (IUSM) vem de ser estabelecida pela FIG, a ICA e a ISPRS	10
Programa de ajuste de blocos de aerotriangulação pelo método dos modelos independentes usando estimadores robustos	12
Noticiário da ANEA	14
Perspectivas em Cartografia por Satélite no Brasil	16
Noticiário da ABEC	
Fotogrametria a curta distância e suas aplicações	24
Deteção de Erros Grosseiros em Pontos de Controle Planialtimétricos para Aerotriangulação	27
Aplicações do Sensoriamento Remoto — O Estudo da Microrregião Açucareira de Campos	36
Homenagem ao Prof. Dr. Eduard Dolezal	50
Código de Ética Ambiental para Engenheiros	52
O Estado atual da Geodésia	55
Cinquenta anos de IBGE a geodésia e a cartografia (1976-1986)	62

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

Composto e Impresso na

  
COMPANHIA  
BRASILEIRA DE  
ARTES  
GRAFICAS  
RUA RIACHUELO, 128 -- TEL. 222-3359





## **Seguro da Sul América. Assim na terra como no céu.**

A partir de agora, todas as empresas associadas à Sociedade Brasileira de Cartografia já podem se sentir mais seguras: a Sul América está colocando à disposição da entidade seus 90 anos de experiência na área de Seguros.

O que, sem dúvida nenhuma, não é pouco: seguros contra incêndio, riscos aeronáuticos, obrigações contratuais, lucros cessantes, seguros coletivos de automóveis e de vida em grupo. Além de uma equipe especializada em cada área, para atender, estudar e assessorar cada caso, individualmente, com o objetivo de dar maior proteção a um custo menor. Isto, através de mais de 500 escritórios em todo o País.

Em outras palavras, com a Sul América, a segurança que a Sociedade Brasileira de Cartografia pode ter, a partir de agora, não está no mapa.

Para maiores informações, procure a Sociedade Brasileira de Cartografia.



**SUL AMÉRICA**  
SEGUROS

Nosso negócio é Seguro. Há noventa anos.



# O Dia do Cartógrafo

Uma das mais discutidas deliberações do órgão supremo da Sociedade Brasileira de Cartografia, que seja, a sua Assembléia Geral, foi, sem dúvida, a escolha da data mais significativa para comemoração do Dia do Cartógrafo.

Norteou a Assembléia Geral na fixação do dia 06 de maio para o festejo dessa efeméride, o pensamento consensual de que deveria ela coincidir com a data do mais antigo evento cartográfico de que se tivesse notícia no País.

Partindo dessa premissa, tornou-se mais fácil a tarefa dos participantes da última Assembléia que aprovou a Resolução, uma vez que, nenhum outro acontecimento cartográfico teria precedido o fato histórico, público e notório, configurado na determinação da latitude da baía de Cabralia, por Mestre João, astrônomo da Comitiva de Cabral, ocorrida 05 dias após a descoberta do Brasil.

A data registrada fora a de 27 de abril de 1500, pelo Calendário Juliano. Ao ser, entretanto, convertida aquela data para o Calendário Gregoriano, a data do evento foi corrigida para 06 de maio de 1500.

O resultado do trabalho de Mestre João foi transmitido ao Rei de Portugal juntamente com a carta de Pero Vaz Caminha, tendo sido anunciado que se encontravam afastados 17 graus da equinocial.

Agiu, por conseguinte, acertadamente, a Assembléia Geral ao eleger tão expressiva data para comemorar o Dia do Cartógrafo.

Prevalecendo-se desta significativa data para a S.B.C, o Conselho da Ordem do Mérito Cartográfico houve por bem prestar sua homenagem à comunidade cartográfica brasileira, fazendo promover mais uma cerimônia de outorga de comendas a distintas personalidades vinculadas à Cartografia e a destacados cartógrafos brasileiros, para tanto aceitando honroso convite formulado por S. Ex-

cia. Vice-Almirante Edson Ferrasiu, DD. Diretor de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha, para que a cerimônia tivesse lugar no âmbito das instalações da D.H.N., na Ponta da Armazão — Niterói.

A solenidade foi presidida por S. Excia. o Almirante-de-Esquadra Mario Jorge da Fonseca Hermes, DD. Diretor-Geral de Navegação que, ao final, convidou os presentes para um "cock-tail" de conagração de todos os participantes da cerimônia.

Estiveram ausentes do evento, por motivos de força maior, devidamente justificado, os agraciados Cel. Engº Carlos Eduardo de Miranda Lisboa (Comendador), Cmt. Waldemiro Muniz Teixeira de Freitas (Comendador), Ten. Cel. Engº Ricardo Sérgio da Fonseca França (Oficial), Engº Marcelo Campos Maia (Cavaleiro) e Engº Wellington Cavalcante da Rocha (Cavaleiro).

Inaugurou a cerimônia o Grão-Mestre da O.M.C. — Engº Paulo Cesar Teixeira Trino proferindo o discurso que abaixo se transcreve:

Exmº SR.

RENATO BAYMA ARCHER DA SILVA

DD. Ministro de Estado de Ciência e Tecnologia

Exmº Sr.

Almirante de Esquadra Mario Hermes M.D. Diretor — Geral de Navegação  
Exmº Sr. Vice-Almirante EDSON FERRASIU

M.D. Diretor de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha  
Demais autoridades presentes  
Minhas senhoras, meus senhores,  
Caros Colegas,

A Sociedade Brasileira de Cartografia, ao agradecer com sua Ordem do Mérito Cartográfico, as eminentes personalidades aqui presentes, pretendeu distinguir e homenagear aqueles que, por sua denodada dedicação, contribuíram de

forma significativa, para o desenvolvimento da cartografia e, conseqüentemente, para o orgulho de toda a sua comunidade.

Aqui se encontram presentes, praticamente, todas as entidades que compõem o Sistema Cartográfico Nacional, na figura dos seus membros e dirigentes que, ao longo destes últimos anos, participaram da exaustiva tarefa de mapear o Brasil.

Dentre os presentes agraciados, destaca-se, na pessoa dos seus dirigentes, esta entidade exemplar na prestação de serviços ao País, qual seja a fundação I.B.G.E., uma das mais excelsas e prestigiosas instituições cartográficas do País, responsável por expressiva contribuição ao desenvolvimento desta nação, através do estabelecimento de sua rede geodésica fundamental e da vasta produção de documentos cartográficos, de naturezas diversas, que vão do mapeamento topográfico sistemático do território nacional, à cartografia temática, ao Atlas do Brasil e a tantos outros cartográficos, sobre os quais, vem este País projetando e escrevendo a história do seu desenvolvimento.

Desejamos, nesta oportunidade, prevalecermos da ilustre presença de S. Excia. o Sr. Ministro Renato Archer, DD. Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, autoridade responsável pela formulação e estabelecimento da política cartográfica nacional, através da Comissão de Cartografia, neste ato distinguido com a mais alta dignidade da O.M.C., assim como a dos demais agraciados, para conclamar pelos técnicos especializados, até o seu mais alto dignitário, a não medir esforços no sentido de dar continuidade à ciclópica e ingente tarefa de mapear o nosso país, acreditando ser esta a forma mais objetiva de darmos nossa contribuição ao esforço que vem sendo envidado no sentido de al-



cançarmos os objetivos nacionais de paz e prosperidade para o povo brasileiro, bem como a efetiva proteção de nossos interesses, através do conhecimento de nossos potenciais, para defendê-los perante a comunidade internacional.

A expansão das fronteiras agrícolas e minerais, propiciadas pela adequada utilização do nosso invejável espaço territorial, conjugada ao uso correto e judicioso de nossos potenciais hídrico, marítimo, terrestre e aéreo, poderão ensejar a exploração criteriosamente planejada de nossas riquezas, através de um ordenamento que somente a cartografia pode proporcionar, por suas características descritivas e discriminatórias, que possibilitam visualizar os espaços territoriais sob o controle da nacionalidade brasileira.

Torna-se imperiosamente necessário que, tendo esta comunidade contribuído de forma notável para dotar o Brasil de uma infra-estrutura geodésico-cartográfica de caráter sistemático, volte-se, imediatamente e sem esmorecimento, para as novas e gigantescas tarefas de executar os mapeamentos regionais em escalas compatíveis com os níveis de desenvolvimento de cada região, utilizando-se dos produtos decorrentes, inclusive para atualizar a cartografia sistemática existente em escalas pequenas, assim como lançar-se, imediatamente, ao equacionamento e agilização dos programas de pesquisa e prospecção que envolvem a questão da margem Continental Brasileira.

A magnitude destas proposições que ora formulamos, decisivas no que nos concerne, especificamente, aos destinos da nação, tornam imperativo o uso racional de toda a capacidade nacional instalada, tanto no que se refere a recursos humanos, como materiais.

Será fantástico imaginar que se poderá resolver, de forma adequada e racional, o problema do reordenamento e reestruturação agrária, da irrigação e da eletrificação rural, sem primeiro equacionar o problema cartográfico, inclusive quanto à questão de eleição das escalas e precisões compatíveis com os requisitos específicos de cada um desses grandes projetos.

Será, também, pecar por excesso de otimismo pensar que conseguiremos sustentar nossos direitos à zona de exploração econômica exclusiva, apesar de

preconizados em tratado internacional, proposto pela ONU e no momento pendente de ratificação pelo Congresso Nacional, se não lançarmos, rapidamente, todo o nosso potencial tecnológico disponível, na execução dos programas concernentes à questão da delimitação dos direitos Brasileiros, relativos à Fronteira Leste, que caducarão, por força do mesmo tratado que os reconhece, se não forem realizadas as pesquisas, levantamentos e prospecções que possibilitam sua localização, reconhecimento e consolidação dos respectivos direitos, no limitado prazo acordado.

Estamos absolutamente convictos de ser a Cartografia o mais racional e eficaz instrumento de uma política nacional de desenvolvimento econômico e social, assim como a base indispensável ao planejamento das cíclicas tarefas aqui arroladas.

No egrégio corpo de agraciados da O.M.C., encontram-se aquelas personalidades que dedicaram suas vidas à árdua tarefa de dotar o País de uma das mais preciosas ferramentas para o seu progresso e desenvolvimento, através dos quais desejamos, neste Dia do Cartógrafo, prestar nossa homenagem a toda a Comunidade Cartográfica Brasileira.

Pelos agraciados, pronunciou-se o Senhor Ministro de Estado de Ciência e Tecnologia — Cmt. Renato Bayma Archer da Silva, com as seguintes palavras:

Ilmo. Sr.  
Paulo Cesar Teixeira Trino  
DD. Presidente da Sociedade Brasileira de Cartografia  
Exmo. Sr. Almirante de Esquadra Mario Hermes  
MD Diretor Geral de Navegação  
Exmo. Sr. Vice-Almirante Edson Ferracio  
MD Diretor de Hidrografia e Navegação  
Demais Autoridades,  
Minhas senhoras, meus senhores

Honrado com a homenagem do conselho da Ordem do Mérito Cartográfico, concedendo-me esta condecoração em seu grau mais elevado, desejo agradecer à Sociedade Brasileira de Cartografia, na pessoa do seu presidente, o Dr. Paulo Cesar Teixeira Trino, em meu nome e de todos os agraciados, a distinção que nos foi outorgada.

Nesta oportunidade, quero também manifestar a minha satisfação em ter comparecido a esta repartição secular, a Diretoria de Hidrografia e Navegação, para trazer à comunidade cartográfica, quando se comemora o "Dia do Cartógrafo", a palavra do Governo, que entende que mapear significa governar, administrar, e que a cartografia, como atividade que acompanha o homem desde a sua organização na sociedade, é indispensável à infra-estrutura de qualquer programa de desenvolvimento.

A cartografia de hoje, seguindo o surto de progresso que caracteriza a época atual, também vem se diversificando e se automatizando; e a expansão de suas fronteiras para o oceano, para o austro e para o espaço já constitui uma realidade visível.

Em busca de uma estratégia que atendesse a essas novas perspectivas, o Ministério da Ciência e Tecnologia, por sua competência na área da Política Nacional de Cartografia, já ultimou, após a consolidação da Secretaria da COCAR em sua estrutura, minuta de anteprojeto de lei que reformula a legislação baixada sobre a matéria visando permitir que a coordenação cartográfica não beneficie somente as necessidades setoriais, mas que também compatibilize as atividades da cartografia sistemática com as ações da cartografia temática.

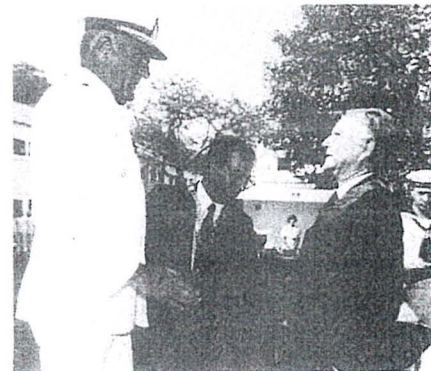
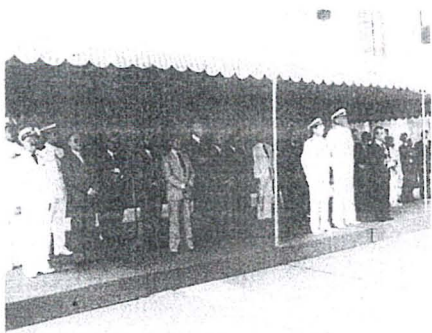
Atividade multidisciplinar, a cartografia se enquadra muito adequadamente na área de ciência e tecnologia, tanto como usuária, quanto como geradora. Enumerar todas as áreas que dela se beneficiam seria desnecessário. O importante é transmitir a todos, a percepção do Governo quanto à sua contribuição para o desenvolvimento nacional, e o Ministério da Ciência e Tecnologia, órgão central do sistema cartográfico nacional, dará o melhor dos seus esforços pelo progresso da cartografia do Brasil.

Finalmente, desejo transmitir meus cumprimentos à família cartográfica brasileira por ocasião do transcurso do "Dia do Cartógrafo", augurando-lhe muitas felicidades.

Muito Obrigado!

A Sociedade Brasileira de Cartografia congratula-se com os agraciados, formulando-lhes votos de renovados sucessos em suas vidas profissionais e de felicidade pessoal.

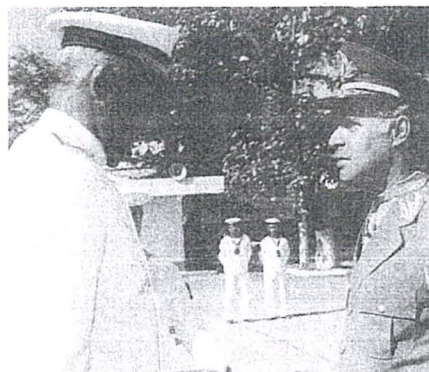




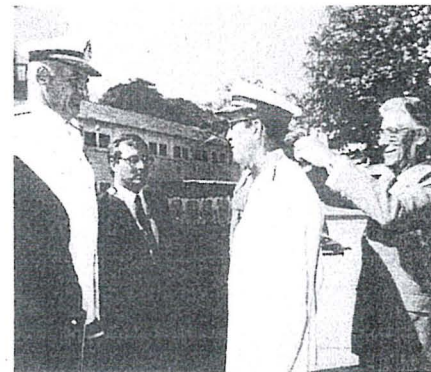
*Minist. Renato Archer*



*I.B.G.E. Dr. Mauro Pereira de Mello*



*Gen. Div. Hermano Lomba Santoro*



*Vice-Alm. José do Cabo Carvalho*



*Engº Claudio Ivanof Lucarevski*



*Cel. Av. Hugo Soares Meirelles*



*CMG. Paulo Roberto da Silveira Fetal*



*Prof. David Marcio Santos Rodrigues*



*Engº Marcio Nogueira Barbosa*



*Profª Magnólia de Lima*





*Engº Raimundo Orlor Nunes*



*Prof. Engº José da Silveira Guimarães*



*CC. Edson Delgado da Silva*



*Sr. Gerhard Lammers*



*Cmt. Aristo Gonçalves Neves*



*Engº Klaus Gustav Shaffer*



*Engº Bernardo Barbosa Horta*



*Engº Antonio Ferreira Antunes*



*Engº Gerson Costa de Camargo*



*CC. Luiz Fernando Palmer da Fonseca*



*Engº Sérgio Gilberto Bottini*



*Cap. Engº Ernesto Treib*



# A União Internacional de Levantamentos e Mapeamento (IUSM) vem de ser estabelecida pela FIG, a ICA e a ISPRS

G. Konecny  
Presidente da ISPRS.

Durante o VI Congresso da Sociedade Internacional de Levantamento de Minas, em Harrogate — Inglaterra, o Conselho das Sociedades Irmãs: Federação Internacional de Geômetras (FIG), Associação Internacional de Geodésia (IGA), Associação Cartográfica Internacional (ICA), Sociedade Internacional de Levantamento das Minas (ISM) e Sociedade Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ISPRS), representadas pelos Presidentes e Secretários Gerais destas organizações, reuniu-se pela oitava vez para discutir assuntos de mútuo interesse.

De acordo com a proposta feita na Sexta Reunião do conselho, em Hannover, em 1984, as seguintes organizações buscaram ratificar as decisões de seus órgãos diretores no sentido de formar uma União Internacional de Levantamentos e Mapeamento: FIG, ICA e ISPRS.

Em 10 de setembro de 1985, sucedendo aquela ratificação, a União Internacional de Levantamentos e Mapeamento foi, então, constituída, em Harrogate, de acordo com os seguintes princípios diretivos:

- 1 — A União Internacional de Levantamentos e Mapeamento (daqui por diante denominada, simplesmente, União) é um organismo internacional não-governamental, devotado à coordenação e cooperação entre organizações internacionais envolvidas na ciência, na tecnologia e na arte de todo tipo de levantamentos e mapeamento da Terra e de outros corpos do Sistema Solar.
- 2 — A União subscreve a Declaração de 1958, da 8ª Assembléia Geral do Conselho Internacional das Uniões Científicas (ICSU), concernente à política de não-discriminação.
- 3 — Os membros fundadores da União são:
  - a Federação Internacional de Geômetras (FIG)
  - a Associação Cartográfica Internacional (ICA)
  - a Sociedade Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ISPRS).
- 4 — O Conselho da União deve ser composto dos Presidentes e Secretários Gerais ou seus representantes, designados pelas organizações componentes.
- 5 — As organizações componentes da União conservarão sua identidade individual, seus diretores, seu orçamento e suas funções técnicas e administrativas, tal como definido em seus próprios estatutos.
- 6 — Outras organizações internacionais, envolvidas em levantamentos, mapeamento e áreas correlatas, podem, mediante aplicação, ser admitidas na União por voto favorável do Conselho.
- 7 — A União representará os interesses comuns das organizações componentes em organismos internacionais, tais como, as Nações Unidas (UN), o Conselho Internacional de Uniões Científicas (ICSV) e outros.
- 8 — O Conselho da União deve reunir-se, pelo menos, uma vez por ano, em data e local convenientes para as organizações componentes.
- 9 — A responsabilidade por atividades administrativas do conselho da União, pelo período decorrido entre duas reuniões sucessivas do Conselho, será atribuída a uma das organizações componentes.
- 10 — As despesas com atividades do Conselho, no período compreendido entre duas reuniões, serão da responsabilidade da organização componente selecionada. Despesas de viagens e diárias dos membros do conselho serão da responsabilidade da respectiva organização componente.
- 11 — É recomendado que os diretores executivos ou seus representantes, designados pelas organizações componentes, sejam convidados a participar das principais atividades das outras organizações, tais como, congressos e simpósios técnicos.
- 12 — Estes Princípios Diretivos e qualquer alteração subsequente, recomendada pelo Conselho, estão sujeitos à aprovação dos diretores executivos das organizações componentes.

O diretor executivo principal do Conselho será o Dr. Frederick J. Doyle. Ele será um membro não-votante. Suas tarefas serão em particular:

- a) minutar um estatuto para aprovação pelo Conselho;
- b) determinar o que precisa ser feito para tornar-se membro ou associado científico do Conselho Internacional de Uniões Científicas (ICSU) e discutir o assunto com o ICSU;
- c) minutar uma proposta de reunião da União.



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

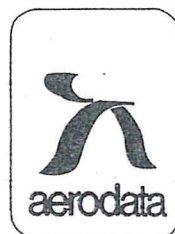
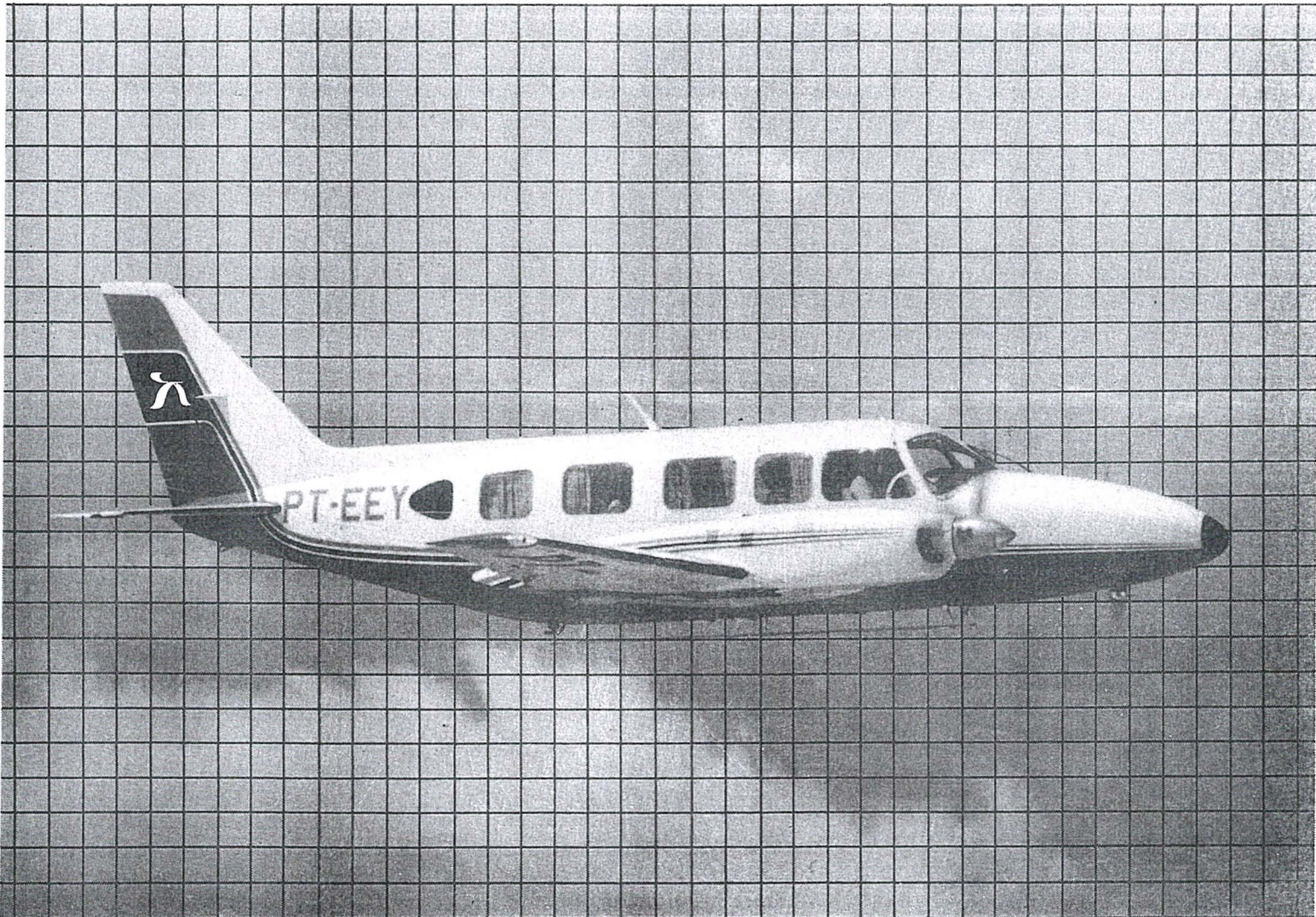
Em pouco mais de dez anos, a Aerodata já executou mais de 80 projetos na área de sua especialização, a Cartografia, abrangendo cerca de 30 milhões de hectares. Sua atuação estendeu-se pelos mais diversos ramos da engenharia, fornecendo subsídios fundamentais à execução de projetos rodoviários, ferroviários,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

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.



**Aerodata S.A.**  
**Engenharia de Aerolevantamentos**

Rua Dr. Pedrosa, 116 - Fone (041) 232-5222  
Telex (041) 5435 - Curitiba - Paraná



# Programa de ajuste de blocos de aerotriangulação pelo método dos modelos independentes usando Estimadores Robustos

Luis A. Naveda

Formulação matemática baseada na teoria descrita no artigo "BLOCKAUGLEICHUNG MIT UNABHANGIGEN MODELLEN ODER SEKTIONEN DER VERMESSUNGSKUNDE", de JORDAN, EGGERT, KENEISL.

O programa foi desenvolvido para o uso em computadores Hewlet Packard — 1.000 com Extensão da Memória Auxiliar, Sistema Operacional RTE—IVB, linguagem Fortran 4x.

O programa foi segmentado em três partes:

- 1 — Leitura de dados e preparação para o ajuste;
- 2 — Formação das equações normais, solução e transformação;
- 3 — Cálculo de médias e resíduos, listagem de resultados.

## Características do Programa

- 1 — Formatação de apoio e registros fotogramétricos de maneira a poder entrar com o apoio horizontal e vertical, juntos ou separadamente;
- 2 — Verificação de duplicidade dos números dos pontos de apoio e fotogramétricos;
- 3 — Possibilidade de trocar os eixos "x" por "y" e "U" por "V", bem como, mudar o sentido do eixo "Y";
- 4 — Possibilidade de utilizar os pontos de apoio, como enlace fotogramé-

trico, com separação da planimetria da altimetria;

- 5 — Complementação das matrizes das equações normais reduzidas de maneira a poder introduzir os seguintes conjuntos de pesos para planimetria e altimetria:

- UMA MATRIZ — peso para os pontos fotogramétricos;
- UMA MATRIZ — peso para os centros de projecção;
- NOVE MATRIZES — peso para os pontos de apoio.

- 6 — Grupamento do modelos, fixando-se, como dado de entrada, o número máximo de modelos por grupo, de maneira a interromper, automaticamente, o processamento quando este limite é ultrapassado;

- 7 — Cálculo do erro médio quadrático dos resíduos das coordenadas dos pontos fotogramétricos, centros de projecção e apoio, bem como, o Desvio Padrão do bloco;

- 8 — Organização da listagem de saída de forma a apresentar os resíduos das coordenadas dos pontos fotogramétricos e pontos de apoio, bem como, a relação sequencial das coordenadas ajustadas.

## Características especiais do programa:

- 1 — Rejeição automática de erros acidentais, não detectáveis pelo processo normal de ajuste pelos míni-

mos quadrados, utilizando o método dos Estimadores Robustos (solução Danish Method) para determinação de novos pesos das observações, em função dos resíduos apresentados, conforme seguinte expressão:

$$P = \frac{C_1}{C_2 + \left(\frac{R}{EMQ}\right)^4}$$

sendo P = peso das novas observações  
C1 e C2 = Constantes  
R = Resíduo das Observações  
EMQ = Erro Médio Quadrático desses Resíduos.

- 2 — Separação automática da parte fotogramétrica, da parte do apoio, a fim de aumentar a convergência dos erros residuais, nas iterações, no caso da ocorrência de erros acidentais;
- 3 — Programação otimizada para minimizar as solicitações ao disco, mediante melhor aproveitamento da EMA (Extensão de Memória Auxiliar).

O Programa tem sido utilizado na Aerofoto Cruzeiro S. A., com bons resultados técnicos e econômicos, dentro do limite de 60 modelos por bloco.

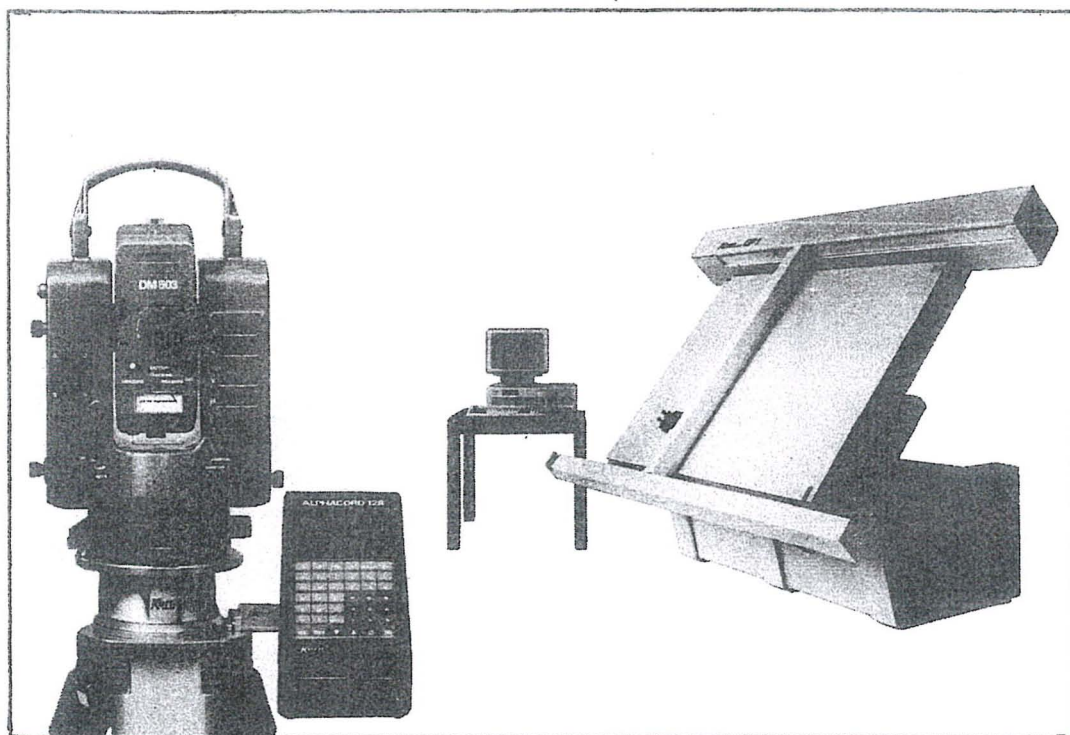
Está sendo preparada a versão 3 do programa que permitirá a utilização do mesmo, com limite de até 150 modelos por bloco.

ANEXO: Exemplo de bloco de sete modelos, ajustados por este programa.



# O FUTURO JÁ CHEGOU

“TOPOCAM”



## SISTEMA DE MAPEAMENTO LANÇADO NO CONGRESSO DA FIG EM TORONTO, PARA:

- Topografia Cadastral
- Topografia Industrial
- Planejamento para linhas de transmissão, construção de rodovias, estradas de ferro, canais fluviais, etc.

### OUTROS LANÇAMENTOS:

- INFOCAM – Banco de dados geodéticos e cartográficos.
- DM – 150/DM – 550 – Distanciômetros com leitura direta das distâncias inclinadas e horizontais, diferença de altura e ângulo zenital.

INSTURMENTOS KERN DO BRASIL S/A  
Av. Rio Branco 14 – 2º e 3º andares  
20090 – RIO DE JANEIRO – RJ  
Tel.: (021) 223-2172 – Telex: (021) 21008 KERN





JUBILEU DE PRATA DA ANEA

A Associação Nacional de Empresas de Aerolevantamento regozija-se por comemorar, neste ano de 1986, vinte e cinco anos de profícua existência.

Fundada em 29 de maio de 1961, pelas empresas de aerolevantamentos existentes à época, quais eram, Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S/A., Levantamentos Aerofotogramétricos S/A, Geofoto S/A., VASP Aerofotogrametria S/A., Aeromapa Brasil S/A., Aerofoto Natividade S/A. e PROSPEC — Levantamento, Prospecções e Aerofotogrametria S/A., a ANEA teve a presidência, nestes 25 anos, o Eng.º Civil Darc Francisco da Costa, o Gen. Eng.º R-1 Luiz Eugênio de Freitas Abreu, o Cap. Frag. R-1 Hélio Junqueira Meirelles, novamente o Gen. Abreu, o Eng.º Civil Placidino Machado Fagundes e o Eng.º Cart. Paulo Cesar Teixeira Trino, ainda hoje à frente de seus destinos.

Têm-se destacado todos os seus presidentes por sua probidade, sua dedicação e sua combatividade em prol de uma

Associação que pugna pela preservação do elevado nível técnico de suas afiliadas, defendendo suas lédimas reivindicações, porém, mantendo-se acima dos interesses individuais de cada empresa, buscando, sempre, evitar que, na exploração do inalienável direito da competição, garantido, por lei, a cada uma, sejam feridos preceitos do Código de Ética empresarial, a todas impostos pelo Estatuto da agremiação a que, espontaneamente, afiliaram-se.

Em decorrência dessa conduta que seus dirigentes têm preservado, a ANEA vem granjeando prestigiosa acolhida por parte das autoridades governamentais e de outras entidades similares, tendo, merecido sua incorporação ao Sistema Cartográfico Nacional, na qualidade de membro efetivo da Comissão de Cartografia — COCAR, do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Junto ao órgão disciplinador e fiscalizador da atividade de aerolevantamentos no País, a ANEA tem sido alvo das

mais honrosas deferências por parte dos senhores Ministros Chefes do EMFA e de todos os seus colaboradores, diretamente incumbidos de exercer aquelas funções.

A ANEA foi fundada com a denominação de Associação Nacional de Empresas de Aerofotogrametria e, somente em 1980, teve sua razão social alterada para Associação Nacional de Empresas de Aerolevantamento (conservando a sigla) de forma a oferecer um pálio mais abrangente, capaz de acolher também, as empresas de aerogeofísica e as que explore, ou venham a explorar o emprego de outros sensores aerotransportados.

A ANEA mantém o mais estreito e amistoso relacionamento com a Sociedade Brasileira de Cartografia, no que tangue ao intercâmbio de informações técnico-científicas e tecnológicas, dela tendo sido, constantemente, alvo das mais cordiais demonstrações de sadia convivência.



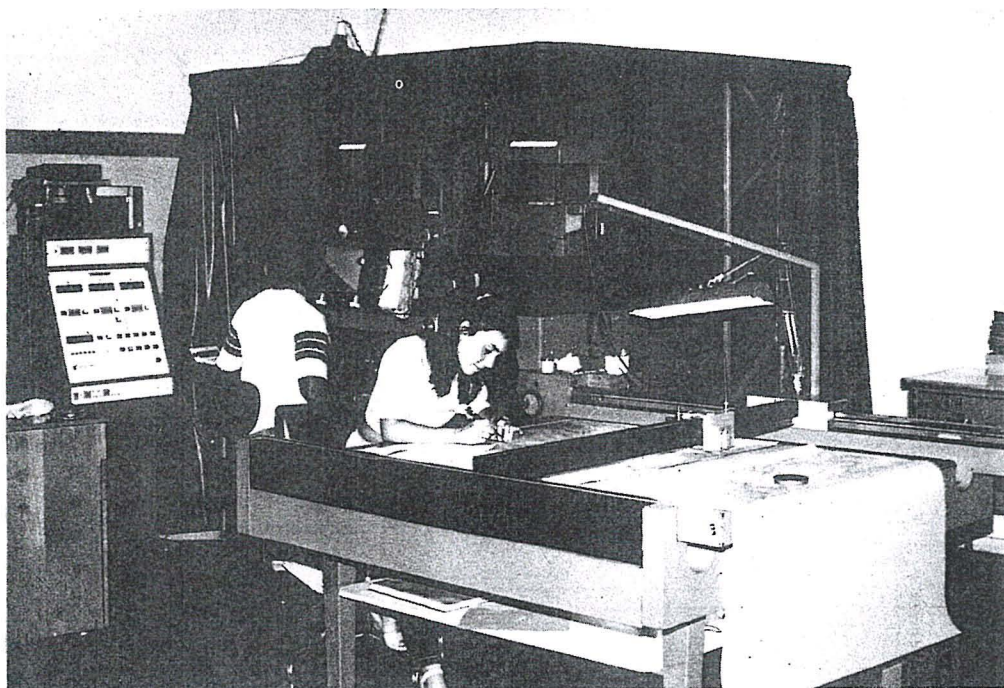
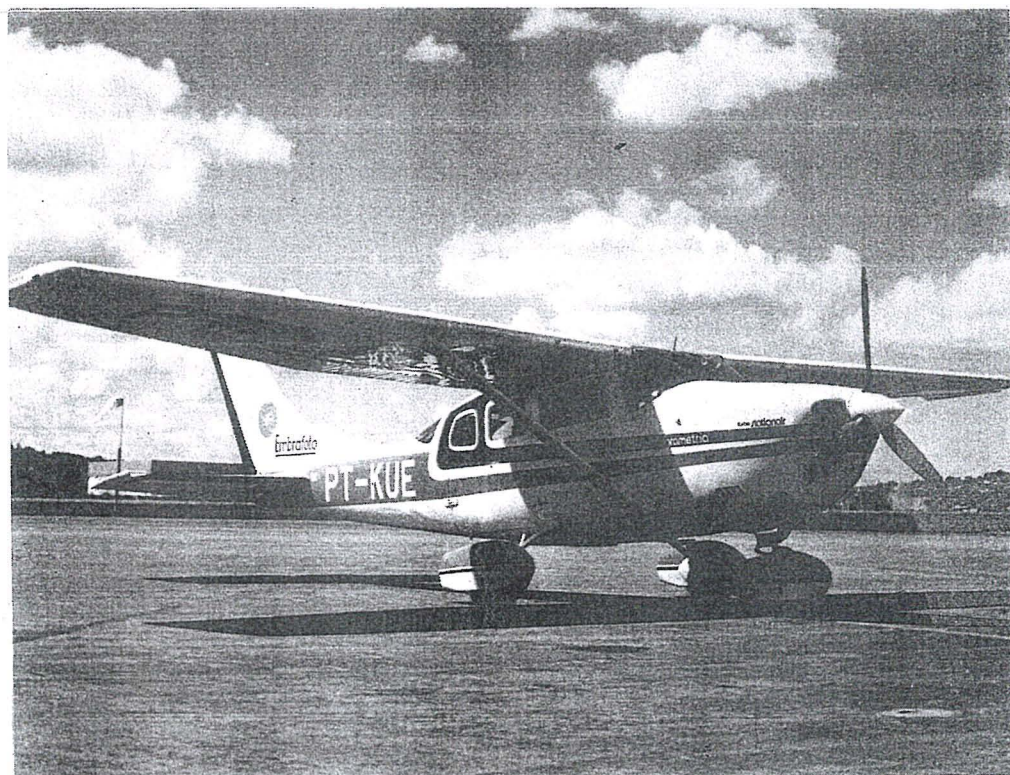


EMBRAFOTO

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.



# Perspectivas em Cartografia por Satélite no Brasil: 1985-1990

Gilberto Câmara Neto

## 1. Introdução

O aparecimento de satélites de observação da Terra com resolução crescente e diferentes possibilidades de imageamento (incluindo grande número de bandas espectrais e visada lateral) abre interessantes perspectivas na utilização cartográfica das imagens geradas. O presente trabalho pretende discutir os diferentes aspectos do problema e apontar algumas direções nesta tecnologia. Inicialmente, são apresentados os principais sistemas sensores em operação ou previstos até o final da década. A seguir, discorre-se sobre o processo de tratamento geométrico das imagens de satélite. Finalmente, são mencionados os principais produtos que poderão estar disponíveis até o final da década, indicando ainda os planos do INPE (Instituto de Pesquisas Especiais) na área.

## 2. Sistemas Sensores

### 2.1 — Sensor Landsat MSS (Varredor Multiespectral)

Disponível a partir de 1974, o sensor MSS está presente em toda a série LANDSAT. Trata-se de um sensor com 4 bandas espectrais (Tabela 1) a resolução de 80m. A tecnologia de obtenção de dados é a partir de uma varredura (em um único sentido) com espelho móvel.

Um conjunto de experiência tem mostrado que, com número e distribuição adequados de pontos de controle, é possível corrigir geometricamente as imagens MSS, sendo as escalas adequadas 1:500.000 e 1:250.000.

TABELA 1  
Características do Sensor LANDSAT MSS

Dimensões cena	183 x 185 km	
Bandas espectrais	Comprimento onda	Região
	0.50 — 0.60 $\mu$ m	Visível
	0.60 — 0.70 $\mu$ m	Visível
	0.70 — 0.80 $\mu$ m	IV próximo
	0.80 — 1.10 $\mu$ m	IV próximo
Tamanho da imagem	3240 x 2400	pontos/cena
Resolução	80 m	

### 2.2 — Sensor Landsat TM (Mapeamento Temático)

A partir de 1982, com o lançamento do satélite LANDSAT-4, tornou-se disponível o sensor TM. Dotado de maior número de bandas espectrais (7) e maior resolução (30m) — (Tabela 2), o sensor TM representa um sensível avanço com relação ao MSS. A tecnologia de obten-

ção dos dados é ainda a de um espelho oscilante, com varredura nos dois sentidos. As imagens TM podem ser colocadas em projeções cartográficas, sendo as escalas mais adequadas 1:250.000 e 1:100.000. Uma característica extremamente importante do sensor TM é o seu grande número de bandas, permitindo uma variada gama de utilizações.

TABELA 2  
Características do Sensor LANDSAT TM

Dimensões cena	185 x 185 km	
Bandas espectrais	Comprimento onda	Região
	0.45 — 0.52 $\mu$ m	Visível
	0.52 — 0.60 $\mu$ m	Visível
	0.63 — 0.69 $\mu$ m	Visível
	0.76 — 0.90 $\mu$ m	IV próximo
	1.55 — 1.75 $\mu$ m	IV médio
	2.08 — 2.35 $\mu$ m	IV médio
	10.40 — 12.50 $\mu$ m	IV normal
Tamanho da imagem	6000 x 6000	pontos/cena
Resolução	30 m	



TABELA 3  
Características do Sensor SPOT HRV

Dimensões cena	60 x 60 km	
Bandas espectrais	Cômpriimento onda	Região
modo multiespectral (XS)	0.50 — 0.50 $\mu$ m	Visível
	0.61 — 0.60 $\mu$ m	Visível
	0.70 — 0.69 $\mu$ m	Visível
	0.70 — 0.90 $\mu$ m	IV próximo
modo pancromático (P)	0.50 — 0.73 $\mu$ m	Visível
Tamanho da imagem	3000 x 3000	pontos/cena (XS)
	6000 x 6000	pontos/cena (P)
Resolução	20 m (XS)	
	10 m (P)	

Obs.: O SPOT HRV terá 2 sensores idênticos, com um campo de cobertura total de 117 x 60 km, na visada vertical.

### 2.3 — Sensores SPOT HRV (Alta Resolução no Visível)

O satélite francês SPOT, previsto para lançamento em final de 1985, será o sensor de mais fina resolução disponível para fins civis. Dispõe de três bandas espectrais (com resolução de 20m) e uma banda pancromática (com resolução de 10m), o sensor HRV utiliza uma varredura eletrônica que dispensa o uso de espelho móvel para a captura de dados (Tabela 3). Além disso, o sensor HRV é dotado de capacidade de visada lateral, isto é, de obter um par estereoscópico.

### 2.4 — Imageadores Radar ERS-1 e Radarsat

O imageador ERS-1 é um programa da Agência Espacial Européia, cujo lançamento está previsto para 1989, e que lança mão de um radar de abertura sintética. O programa RADARSAT é semelhante e está sendo levado a cabo pelo Centro Canadense de Sensoriamento Remoto, com lançamento previsto para 1991. Estes satélites terão órbita polar e capacidade de imageamento sistemático sobre todo o planeta.

Como se sabe, os atrativos de um imageador a radar residem em sua característica "independente do tempo" que permite a observação tanto de noite como de dia, sem interferência de nuvens e chuvas. Além disso, alguns pontos de referência, como rios e construções, aparecem distintamente em imagens radar.

A experiência brasileira com o projeto RADAM é testemunho das possibilidades de utilização do radar. Deve-se notar, no entanto, que o tratamento digital de uma imagem radar é extremamente difícil e custoso.

### 3. Tratamento Geométrico Digital de Imagens de Satélite

O método mais utilizado para a colocação de imagem em uma projeção cartográfica é realizado no computador e envolve duas fases: a determinação do modelo de correção e sua aplicação.

O modelo de correção faz uso de equações de colinearidade que descrevem a relação entre as coordenadas de imagem e do objeto. As distorções a serem corrigidas incluem efeitos externos (variações de velocidade, altitude e atitude, rotação e esfericidade da Terra) e internos (não-linearidade do espelho e variação na varredura) (Silva, 1984). No caso de imagem obtida obliquamente (caso do radar ou do sensor SPOT HRV) ou de se desejar uma carta topográfica, é necessária ainda a introdução de um MNT — Modelo Numérico de Terreno — (Fleutiaux, 1979). Um MNT é uma grade regularmente espaçada com as cotas de cada ponto e seu uso permite a inclusão de altitude de cada ponto no modelo de correção.

Para a determinação do modelo, usam-se os dados de atitude e efemérides do satélite, provenientes dos sensores e giroscópios a bordo da plataforma.

No caso de existirem pontos de controle na imagem, estes são utilizados para refinar o modelo. O processo de refinamento mais eficiente faz uso de sua filtragem estocástica (Caron and Simon, 1975); no caso de satélite com boa estabilização — LANDSAT 4 e 5 e SPOT — apenas 6 pontos por imagem fornecem resultados satisfatórios.

A aplicação do modelo envolve um processo custoso de cálculo, pois a posição de cada ponto na imagem corrigida deve ser estimada e seu valor de brilho determinado. Melhoras no tempo de processamento podem ser obtidas através de processadores especiais ("array processors"). Desejáveis no caso das imagens LANDSAT MSS, estes são imprescindíveis no caso de imagens LANDSAT TM e SPOT. O processamento digital de imagens de radar é ainda mais complexo e configurações especiais, com vários processadores matriciais, são necessários.

No INPE, encontram-se disponíveis os produtos: a) imagens LANDSAT MSS, na escala de 1:250.000, corrigidas com pontos de controle; b) imagens LANDSAT TM, na escala 1:100.000, sem pontos de controle. Foi ainda desenvolvida uma biblioteca de pontos de controle para o Brasil (Mitsuo Ii et alii, 1984). Presentemente, os desenvolvimentos na área incluem:

- modelo de correção de imagens LANDSAT TM com pontos de controle, incluindo filtragem estocástica;
- capacitação para correção de imagens SPOT adquiridas com visada vertical.

### 4. Produtos para Uso Cartográfico

#### 4.1 — Mapeamento Planimétrico

O produto mais usual é uma imagem obtida a partir da visada vertical, numa projeção cartográfica desejada. Neste caso, não se utiliza um MNT e a imagem conterà erros de paralaxe, que podem ser importantes no caso de regiões com grandes variações de relevo.

A utilização experimental de imagens LANDSAT MSS para mapeamento planimétrico vem sendo feita em convênio entre o INPE e a DSG/MEX. nes-



te caso, a imagem na escala 1:250.000 serve como fundo, sendo os temas lançados a seguir manualmente. Espera-se que a melhor resolução de imagens LANDSAT TM e SPOT aumente em muito a qualidade das cartas geradas, e permita a utilização da escala 1:100.000.

Uma aplicação importante destes produtos é a atualização de cartas, principalmente em regiões de difícil acesso.

#### 4.2 — Mapeamento Planialtimétrico

Neste caso, os efeitos do relevo são levados em conta, por meio de um MNT. Neste caso, os erros de paralaxe são corrigidos, seja por uma imagem obtida a partir de visada vertical, seja com visada lateral. Pode-se realizar otofotocartas a partir de imagens verticais completadas eventualmente por imagens oblíquas para obter a visão estereoscópica; este processo é análogo à estéreo-ortofotografia. No caso de LANDSAT TM, a escala compatível é a de 1:100.000 e no caso do SPOT HRV, a equipe responsável (Guichard, 1983) espera poder realizar revisão de cartas na escala 1:50.000.

#### 4.3 — Mapeamento Temático

Uma utilização com grande potencial — até agora pouco explorada no Brasil — é o mapeamento temático. Neste caso, a imagem deve ser inicialmente corrigida para uma projeção cartográfica desejada. A seguir, por meio de um sistema computacional para processamento de imagens, uma nova imagem é gerada (Câmara e Cartaxo, 1984). Esta nova imagem tanto pode ser uma imagem classificada (onde os diversos temas são separados) ou o resultado de algoritmos de combinações entre as diferentes bandas espectrais. Exemplos deste último caso seriam composições coloridas geradas a partir de imagem "razão entre banda" (ratio), muito úteis em mapeamento geológico. Finalmente, produz-se um documento cartográfico com a imagem resultante.

Um primeiro uso destes produtos, em combinação com informações do campo, está sendo realizado pela equipe da DSG/MEX, em convênio com o INPE (Andrade, 1985). O INPE está tra-

balhando no sentido de definir e implantar todo um conjunto de documentos temáticos, obteníveis a partir de imagem de satélite. Já foi desenvolvida uma metodologia para combinar imagens LANDSAT TM com imagens classificadas (Escada, 1985).

Vale ressaltar que, para este fim, as imagens LANDSAT TM apresentam vantagens com relação ao produto SPOT HRV, devido ao maior número de bandas espectrais e maior potencial temático.

#### 4.4 — Produção de Pares Estereoscópicos

Com o advento dos sensores com visada lateral, caso do SPOT HRV, abre-se ainda a possibilidade de obtenção de pares estereoscópicos, com diferentes relações B/H (base/altura). Estes pares poderiam ser utilizados para determinar a forma e as dimensões do terreno. Vale ressaltar, porém, que estes pares são obtidos na perspectiva cilindro-cônica (Baudoin, 1979) própria aos sensores de satélite. Este fato impede sua utilização direta em aparelhos de restituição mecânicos, adaptados à perspectiva cônica das fotos de avião.

Para o processamento dos pares estereoscópicos, é necessária a utilização de restituidores analíticos (controlados por computador); neste caso, deve-se reprogramar os algoritmos de restituição de forma a levar em conta a diferente perspectiva das imagens de satélite (Guichard, 1983).

Outra possibilidade é a de realizar a restituição diretamente na forma digital. Este processo, envolve processamentos complexos, incluindo reamostragem da imagem e correlação digital em todos os pontos para determinação do modelo de paralaxe. Alguns estudos já foram realizados e os resultados são promissores, mas o método ainda terá alguns anos de maturação (Masson D'Autume, 1984).

#### 4.5 — Sistema Geográfico de Informação

Um Sistema Geográfico de Informações (SGI) é um sistema baseado em computador, para adquirir, armazenar, combinar, analisar e recuperar informações codificadas de maneira espacial

(Tomlison and Boyle, 1981). As aplicações dos SGIs incluem planejamento urbano e regional, geologia, hidrologia e recursos agrícolas.

Num sistema típico, as informações de cartas topográficas e temáticas são digitalizadas (por uma mesa ou por um varredor a tambor) e combinados com imagens de satélite — classificadas ou não. As saídas do sistema incluem plotagem de áreas e produção de novas cartas e imagens, destacando as regiões e os temas de interesse. A flexibilidade de um SGI o torna extremamente atrativo, pois permitirá uma combinação entre informações provenientes de fontes distintas, sua utilização tanto poderá ser em sistemas para inventário de recursos naturais, quanto para análise de regiões específicas.

No INPE, desenvolve-se atualmente um projeto de construção de um SGI, baseado num microcomputador de fabricação nacional (Erthal et alii, 1984). Nesta configuração, o sistema se destina a análise de regiões localizadas, permitindo a combinação entre imagens de satélite, cartas topográficas e temáticas e mapas pontuais.

## 5. Comentários Finais

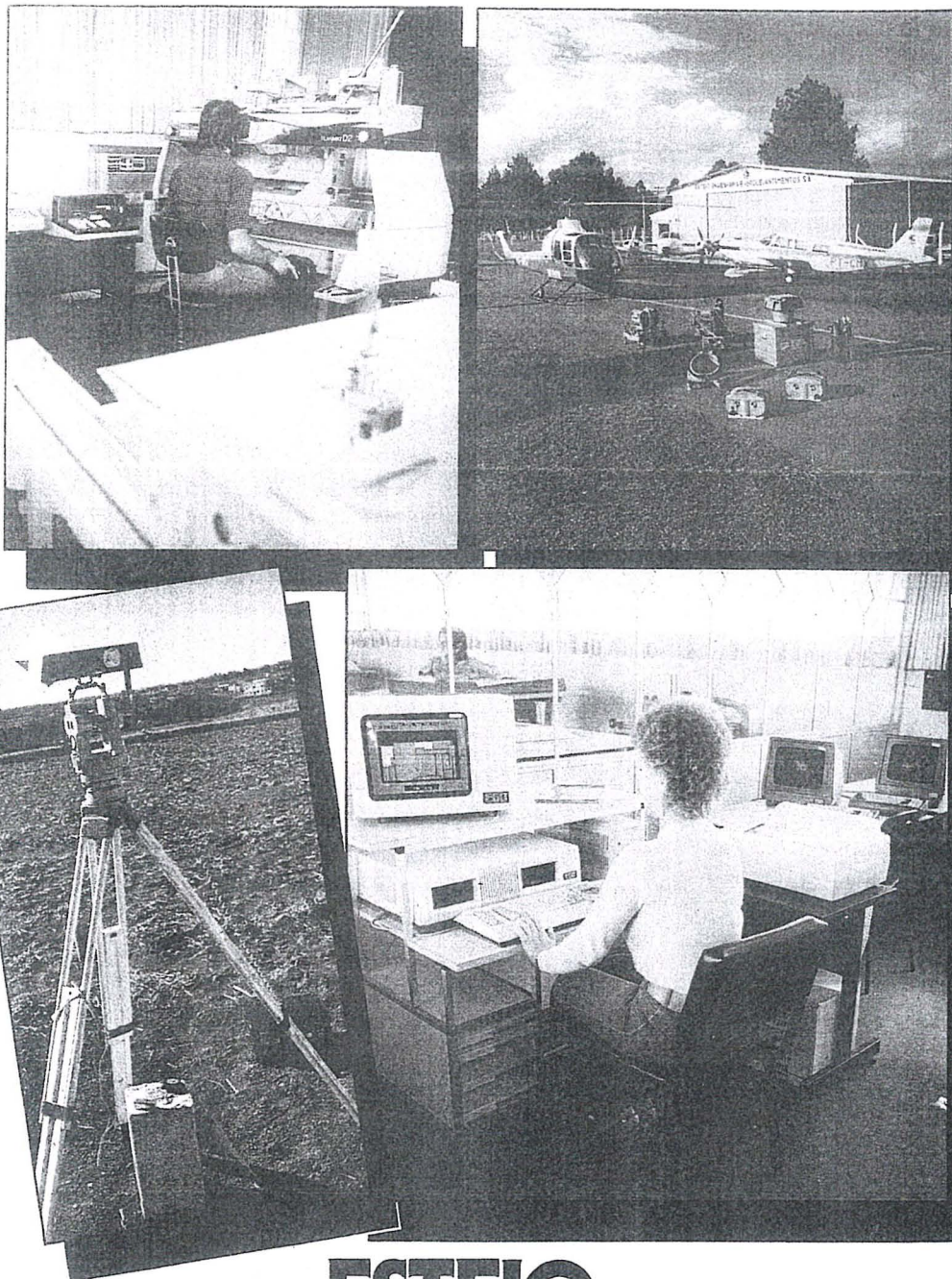
O grande potencial de utilização de imagens de satélite na cartografia não conflita com os métodos tradicionais, mas antes amplia as possibilidades. Em muitos casos, a repetitividade, o baixo custo e a disponibilidade destes dados deverão tornar possíveis aplicações hoje inviáveis.

Neste sentido, pode-se prever que, no futuro, as imagens de satélite poderão vir a ser um instrumento usual em aplicações cartográficas.

## Referências Bibliográficas

- ANDRADE, L.A. "Metodologia para confecção de cartas temáticas para fins militares utilizando imagens LANDSAT TM". Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto, INPE, 1985.
- BAUDOIN, A. "La géométrie d'un enregistrement à balayage". In: CNES (org.), CARTOGRAPHIE SPATIALE DE LA TERRE, Toulouse, França. Toulouse, Centre National d'Études Spatiales, 1979. p. 315-354.
- CÂMARA NETO, G.; SOUZA, R.C.M.





# 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)

Rua Teófilo Ottoni, 52  
 12º andar - conj. 1207  
 Fone (021) 233-4149  
 20.000 Rio de Janeiro - RJ



- "Um sistema para uso geral em processamento de imagens baseado em microcomputador". São José dos Campos, INPE, 1984 (INPE - 3415/PRE-681).
- CARON, R.H.; SIMON, K.W. "Attitude time-series estimator for rectification of spaceborne imagery" *Journal of Spacecraft*, 12(1): 27-32, Jan. 1975.
- ESCADA JR., J.B. "Geração de imagens com dados auxiliares registrados a imagens obtidas por Sensoriamento Remoto". Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada, INPE, São José dos Campos, 1985.
- ERTHAL, G.J.; OLIVEIRA, M.O.B.; DUTRA, L.V.; CÂMARA NETO, G.; SOUZA, R.C.M. "Um sistema geográfico de informação para uso com imagens de satélite". In: III Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Rio de Janeiro, 1984, São José dos Campos, INPE, 1985.
- FLEUTIAUX, B. "Corrections géométriques d'images". In: CNES (org.), CARTOGRAPHIE SPATIALE DE LA TERRE, Toulouse, 1979. Toulouse, CNES, 1979, p. 489-516.
- GUICHARD, H. "Utilization photogrammétrique et cartographique de SPOT". In: SEMAINES INTERNATIONALES DE PHOTOGRAMMÉTRIE, Stuttgart, RFA, 1983. Stuttgart, ISPRS, 1983.
- MASSON, D'AUTUME, G. "Corrélation numérique d'images quelconques, selon les lignes quasi-epipolaires, par approximations successives. *Bulletin Société Française Photogrammétrique et Télédétection*, n° 95, p. 23-32, 1984.
- MITSUO II, F.A.; MASCARENHAS, N.D.A.; KONISHI, E.K. "Uma biblioteca de pontos de controle para imagens MSS LANDSAT". São José dos Campos, INPE, 1984 (INPE-3382/PRE-655).
- SILVA, A.J.F.M. "Modelo fotogramétrico para correção de imagens MSS LANDSAT". In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Rio de Janeiro, 1984.
- TOMLISON, R.; BOYLE, R. The state of development of systems for handling natural resources inventory data. *Cartographica*, 18(4): p. 65-95, 1981.



## Formação Profissional

No dia 3/4/86, a ABEC promoveu debate sobre "O Eng.º Cartógrafo e a Formação Profissional", realizado nas dependências da UERJ.

O tema Formação Profissional deve ser sempre motivo de atenção não só das Universidades que formam Engenheiros Cartógrafos, mas também da ABEC, que possui como uma das suas finalidades a de buscar "a valorização da classe que congrega". A classe dos Engenheiros Cartógrafos tão mais valorizada será, quanto melhor for a Formação Profissional de seus (futuros) membros.

No debate foram discutidas as questões referentes à atual estrutura universitária, especialização, estrutura de ensino, docência, discência, problemas todos muito complexos que merecem todo um estabelecimento criterioso de estudo para indicação e apresentação de soluções.

A ABEC buscará implantar, a médio prazo, um entendimento entre as entidades responsáveis pela Formação Profissional do Eng.º Cartógrafo, com o intuito de dinamizá-la.

A valorização da classe dos Engenheiros Cartógrafos começa na Universidade.

## Parabéns Colega!

A ABEC deseja os mais ardorosos PARABÊNS e votos de muito sucesso em sua brilhante carreira ao colega CIRO VILAR FERREIRA, por sua promoção ao posto de Coronel Engenheiro, em 30/4/86.

Formou-se pela Escola de Oficiais Especialistas da Aeronáutica na especialidade de Fotografia. Mais tarde ingressou no Instituto Militar de Engenharia, onde se formou Eng.º de Geodésia e Topografia. Transferiu-se para o Quadro de Oficiais Engenheiros, onde serviu na antiga Divisão de Cartografia Aeronáutica da DEPV.

Batalhador incansável, foi um dos responsáveis pela criação do atual Instituto de Cartografia Aeronáutica.

Na carreira vitoriosa de Oficial Eng.º realizou os cursos da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais e Curso de Comando e Estado Maior, tendo desempenhado diversas funções, entre elas as de chefe da Divisão Técnica, sendo atualmente Vice-Diretor do Instituto.

## Novo Piso Salarial em Cruzados

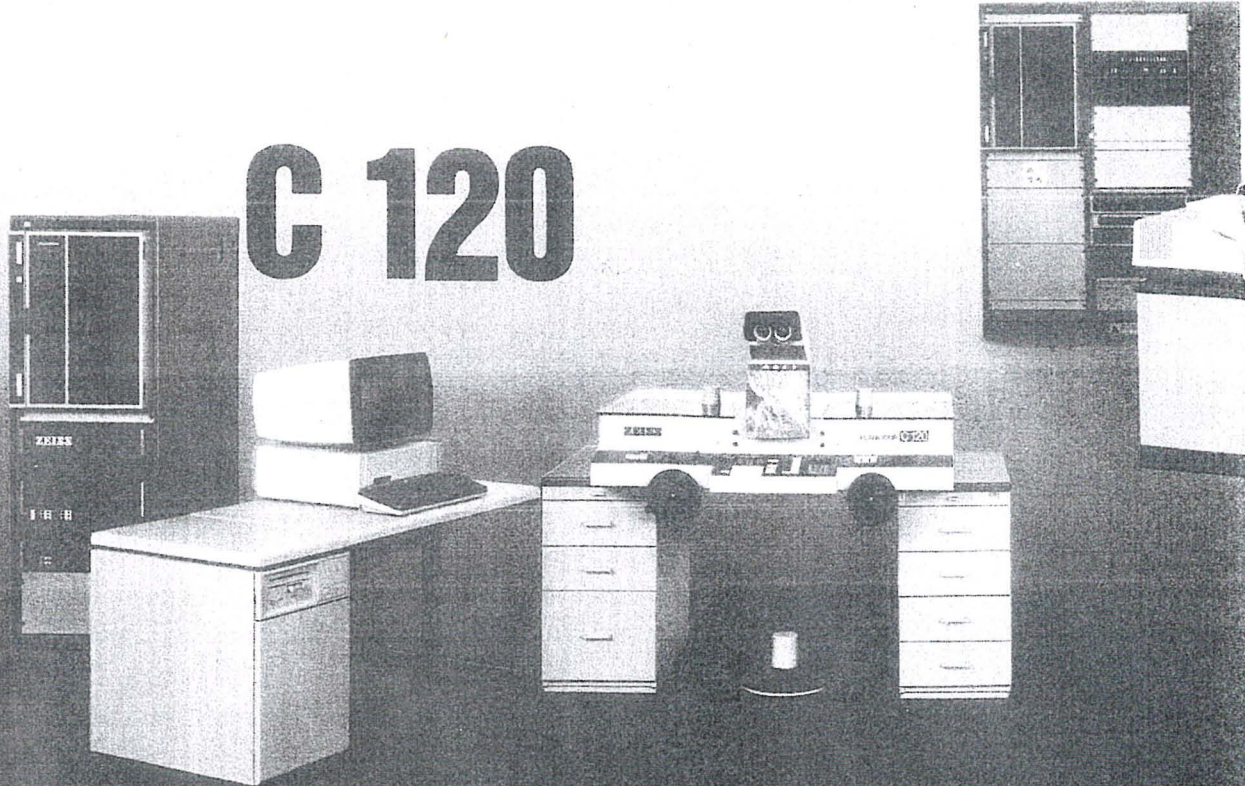
Com as recentes medidas adotadas no Decreto-lei nº 2.284, o piso salarial, de acordo com o disposto na Lei nº 4.950-A, passou para:

Até 6 h	7 h	7,5 h	8 h	8,5 h	9 h
(6 SM)	(7,25 SM)	(7,875 SM)	(8,5 SM)	(9,125 SM)	(9,75 SM)
4.824,00	5.829,00	6.331,50	6.834,00	7.336,50	7.839,00



# Expansão do nosso gramétrico analítico

## C 120



### Características comuns aos três sistemas:

- Unidade ótico-mecânica de alta precisão com painel de comando para os programas de aplicação.
- «Software» comprovado para: restituição, aerotriangulação, modelos digitais de terreno, fotogrametria terrestre, etc.
- Família de computadores HP 1000.
- Uso de diferentes periféricos para comunicação com o computador.
- Possibilidade de comunicação com outros centros de computação.
- Idêntico controle operacional.

#### Planicomp C 100:

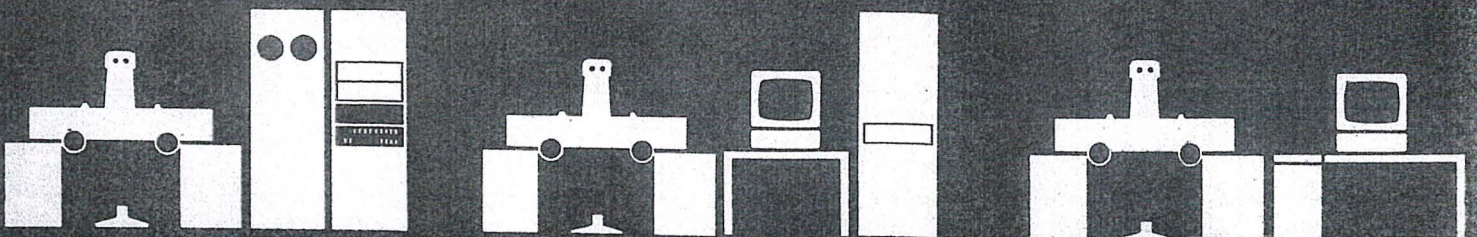
Sistema de restituição fotogramétrica.  
Medições.  
Processamento dos dados medidos.  
Suporte computacional para restituidores analógicos.

#### Planicomp C 120:

Estação de restituição fotogramétrica.  
Medições.  
Processamento dos dados medidos.

#### Planicomp C 130:

Restituidor analítico.





# Planicomp/Sistema foto-

# 100

# C 130



## Planicomp C 100

Sistema ótico com variação ZOOM entre 7,5 e 30X.

Minicomputador HP 1000 com processador F, sistema operacional de multi-uso, totalmente expansível.

Sistema de programas compreensível para todas as aplicações.

Programas adicionais para ajuste de blocos e modelos digitais de terreno.

Suporte computacional paralelo para restituidores analógicos.

## Planicomp C 120

Sistema ótico com variação ZOOM entre 7,5 e 30X.

Microcomputador HP 1000 A com processador extensível A 600.

Sistema de programas compreensível para todas as aplicações.

Programas adicionais para ajustamento de blocos e modelos digitais de terreno.

## Planicomp C 130

Sistema ótico com ampliação de 8X ou 16X.

Microcomputador HP 1000 A com processador A 600 e configuração definida.

Programas operacionais básicos e opcionais para várias outras aplicações.



Alemanha  
Occidental

Para informações detalhadas escreva para:

Carl Zeiss do Brasil S.A.  
Rua Teodoro Sampaio, 417 5.º andar  
Caixa Postal 6388  
05405 São Paulo - SP



# Fotogrametria à curta distância e suas aplicações

*Eng. Cart. Tomaselli, Antonio Maria Garcia*

## Sumário

Este trabalho tem por objetivo propiciar uma visão geral sobre a metodologia de trabalho para a Fotogrametria à curta distância, bem como algumas de suas inúmeras aplicações práticas. Serão demonstradas as potencialidades da UNESP — Presidente Prudente, nesta área.

## Introdução

A fotogrametria à curta distância é um dos ramos da ciência fotogramétrica. O termo "fotogrametria à curta distância" apareceu recentemente, complementando o termo fotogrametria terrestre. A fotogrametria terrestre foi a ciência precursora, uma vez que, na época do seu aparecimento, em meados do século passado, ainda não existiam aeronaves. Posteriormente, passou-se a fotografar a partir de balões e aeroplanos surgindo a aerofotogrametria.

A fotogrametria terrestre, utilizada, inicialmente, para fins militares e de mapeamento, perdeu importância com o aparecimento da aerofotogrametria. Passou-se a utilizar os métodos fotogramétricos com outras finalidades e para dar suporte a outras ciências.

A grande diferença da fotogrametria à curta distância é a possibilidade de determinar-se, "a priori", os elementos de orientação exterior da câmara, reduzindo-se, e até eliminando, os pontos de apoio no espaço objeto.

Se o objeto a ser fotografado é estático, então pode-se usar filmes com alto poder resolutivo e apenas uma câmara, mudando-a de posição para as tomadas sucessivas.

Se a cena for dinâmica, então necessita-se de uma estereo-câmara e o filme deve ter velocidade adequada.

## O Potencial da Fotogrametria à curta distância

A fotogrametria, como método de medição, tem uma série de vantagens sobre as técnicas de levantamento clássico:

- o objeto não é tocado durante a medição;
- a aquisição dos dados é rápida;
- os fotogramas armazenam grandes quantidades de informações semânticas e geométricas;
- as fotografias são documentos legais relativos à época de sua tomada;
- podem ser medidos movimentos e deformações;
- os fotogramas podem ser medidos a qualquer momento que se desejar, a medição pode ser repetida várias vezes;
- a precisão pode ser aumentada de acordo com as necessidades particulares de cada projeto;
- superfícies complicadas e movimentos podem ser facilmente determinados com a densidade desejada;

— a estereoscopia é a base para o traçado dos contornos dos objetos.

Existem, entretanto, alguns obstáculos à sua aplicação generalizada:

- o resultado da medição não estará disponível, imediatamente, pois, será gasto algum tempo com o processamento fotogramétrico dos dados e sua posterior análise;
- devem existir condições para que seja possível fotografar o objeto;
- erros durante o processo podem arruinar todo o projeto;
- o equipamento para o trabalho é especializado e geralmente caro;
- a presença do profissional especializado (no Brasil, Engenheiros Cartógrafos) é indispensável para que o trabalho apresente os resultados esperados;
- nem sempre é possível dispor de instrumental e pessoal especializado.

## A Técnica Fotogramétrica

A abordagem da técnica fotogramétrica em um espaço tão curto, torna-se literalmente impossível. Para que se avalie o tempo gasto para o aprendizado destas técnicas, no curso de Engenharia Cartográfica da UNESP — Presidente Prudente, a cadeira Fotogrametria ocupa 360 horas, em três anos.

Daremos uma visão panorâmica, àqueles que desconheçam por completo a fotogrametria.

Em fotogrametria, a fotografia é ge-



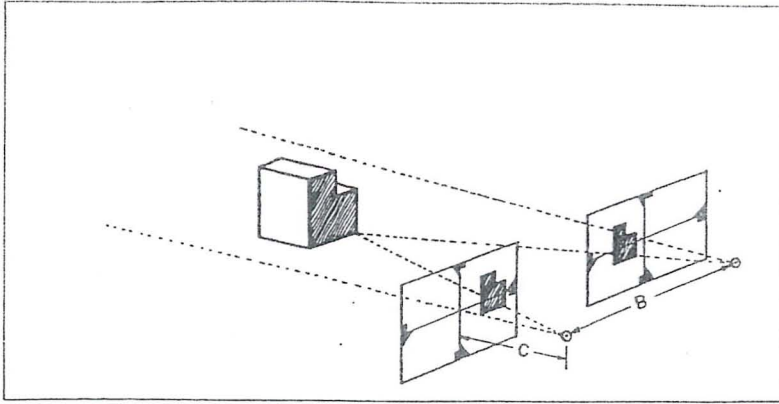


Fig 1 — A tomada das Fotos Um par de fotografias, com superposição, permite a visão estereoscópica, produzindo um modelo tridimensional do objeto fotografado e que pode ser medido por vários processos. O estereopar pode ser obtido através de vários procedimentos que serão abordados nos tópicos seguintes.

ralmente considerada como uma projeção perspectiva central de um objeto tri-dimensional em um plano. Esta hipótese é tornada real ou utilizando câmaras construídas especialmente para este fim, ou adotando, "a posteriori", uma modelagem matemática adequada.

Uma fotografia isolada, entretanto, ao ser reprojetada, não cria a imagem tridimensional do objeto fotografado. Normalmente, toma-se um par de fotografias com uma superposição contendo uma área comum, a ser reproduzida.

#### A Coleta dos Dados — O Estereopar

O estereopar pode ser obtido a partir de diferentes tipos de câmaras:

— **Foto-teodolito.** Trata-se de uma câmara acoplada diretamente, ao teodolito. Com isso é possível determinar, "a priori", a atitude da câmara. O estereopar é obtido tomando-se a primeira foto e em seguida deslocando-se o instrumento, posicionando-o no outro extremo da base planejada. Medindo-se a altura do instrumento, em ambas posições, ficarão determinadas as coordenadas dos centros perspectivos.

• **Estereo-câmara.** Consiste em duas câmaras métricas fixadas aos extremos de uma base fixa. São acionadas, simultaneamente, e podem, portanto, registrar cenas dinâmicas.

**Outras Câmaras.** Poderiam ser utili-

zadas, ainda, câmaras aéreas montadas sobre suportes especiais. A grande expectativa de avanço diz respeito à utilização de câmaras não métricas, com algumas adaptações, e com tratamento inteiramente analítico.

Cumpra, ainda, observar que, antes do processo de tomada das fotos, é feito um criterioso planejamento das estações, dos horários de tomada e dos materiais e instrumentos a serem utilizados,

para que o projeto alcance os níveis de precisão e qualidade pretendidos.

#### O Processamento dos Dados — A Restituição

A formação de um modelo pode ser feita de modo analógico ou analítico.

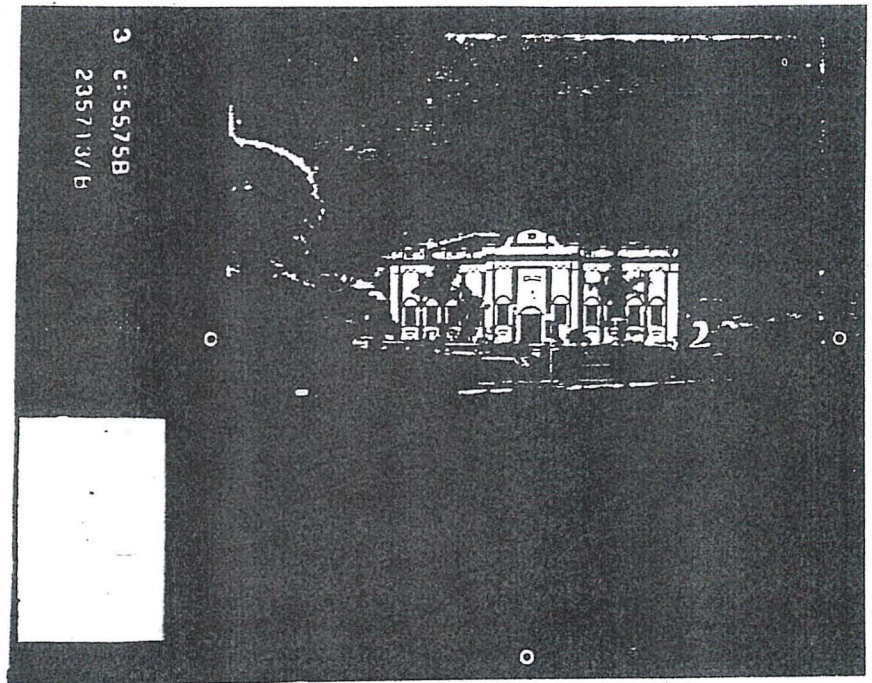
No modo analógico, é utilizado um restituidor analógico para reproduzir as características geométricas do estereopar. Geralmente, o restituidor analógico está conectado a um coordenatógrafo e o produto final do processo de medição é uma representação gráfica do objeto, em projeção ortogonal.

No modo analítico, são medidas as coordenadas bidimensionais de cada foto e o modelo é construído analiticamente, podendo-se atingir altos níveis de precisão, neste caso. O produto final é um modelo digital do objeto.

#### Aplicações da Fotogrametria à curta distância

Embora tenha sido, inicialmente utilizada para fins de mapeamento, com o advento da aerofotogrametria, a fotogrametria terrestre passou somente a ser utilizada no levantamento de regiões montanhosas.

Atualmente, podemos enumerar uma série de aplicações:





- levantamento de fachadas de monumentos históricos;
- reconstituição de acidentes de tráfego;
- levantamento de pormenores com o objetivo de estudar a geologia e a geomorfologia de uma região;
- aplicações na medicina com o uso da fotogrametria e imagens de RAIO-X;
- controle de deslocamento de estruturas de concreto;
- controle de encostas.

As aplicações não se restringem às mencionadas. Em qualquer problema que exija a medição precisa de objetos, a fotogrametria estará presente como solução possível.

#### A Fotogrametria Terrestre na UNESP — Presidente Prudente

A necessidade de equipar o curso de Engenharia Cartográfica, fez com que a UNESP adquirisse, em convênio com a Alemanha Oriental, uma linha completa de instrumentos da Zeiss Jena.

Entre estes equipamentos estavam os de Fotogrametria Terrestre.

Já em 1982, estes começaram a ser utilizados e, em convênio com a Fundação Museu Histórico Municipal de Pre-

sidente Prudente, foram levantadas as fachadas de 8 (oito) monumentos de interesse histórico na cidade.

A potencialidade de aplicações práticas é muito grande, uma vez que existem para todas as fases dos trabalhos, desde a coleta até o processamento dos dados, analógica ou analiticamente.

Estão disponíveis os seguintes instrumentos para uso imediato em trabalhos práticos:

- **Câmaras**  
Foto-Teodolito Zeiss Jena 19/1318  
Câmara Estereométrica Zeiss Jena SMK 5,5/0808-1200  
Câmara Estereométrica Zeiss Jena SMK 5,5/0808-400
- **Restituidores Analógicos**  
Tecnocart D — Zeiss Jena  
Topocart C — Zeiss Jena  
Estereométrógrafo — Zeiss Jena  
Wild A-9  
Wild B-9  
Estereosimplex Galileo Sautoni IV
- **Instrumento Analítico**  
Estereocomparador Stecometer C — Zeiss Jena

#### Conclusões

Como foi mostrado a fotogrametria

à curta distância é um instrumento eficaz na solução de muitos problemas de engenharia.

A UNESP — Presidente Prudente possui instrumental apropriado e pessoal especializado e cremos que poderá prestar a sua contribuição no avanço desta técnica no Brasil.

#### Referências Bibliográficas

- ABDEL, AZIZ, Y.I. KARARA, H.M. **Photogrammetric Potentials of Non-Metric Cameras**. University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, 1974, 119 p.
- ATKINSON, K.B. **Developments in Close Photogrammetry**. London, 1980. Applied Science Publishers Ltd., 222 p.
- TOMMASELLI, A.M.G. et alii. **Análise e aplicação de fotogrametria Terrestre no Levantamento de Momentos Históricos em Presidente Prudente**. In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, 1983.
- TOMMASELLI, A.M.G. **Construção Analítica de Modelos e suas Aplicações**. In: Anais de XII Congresso Brasileiro de Cartografia, Brasília, 1985.
- WOLF, P.R. **Elements of Photogrammetry**. Tokyo, 1974. Mc Graw-Hill Koga Kusta, 562 p.



# Detecção de Erros Grosseiros em Pontos de Controle Planialtimétricos para Aerotriangulação

Eng.º Cart. Edson Ap. Mitishita

## I. Introdução

O método dos mínimos quadrados ( $\Sigma p_{vv} = \text{mín}$ ), utilizado na grande maioria dos programas de ajustamento para a estimativa de parâmetros através de medidas (observações), quando em presença de dados com erros grosseiros apresenta a indesejável distribuição dos erros sobre todo o conjunto. A análise dos resíduos para a detecção e localização dos erros grosseiros é difícil, pois nem sempre os resíduos servem de indicador seguro de que a observação a que está associado deve ser eliminada do ajustamento.

As dificuldades no M. M. Q. para a detecção e localização de observações erradas dentro do conjunto de dados eivados de erros grosseiros, fazem com que numerosas pesquisas sejam realizadas nesta área, no sentido de minimizar as falhas existentes ("DATA SNOOPING" — Tese Estatístico baseado na teoria de Sheffé e Barda — 1968, ESTIMADOR ROBUSTO "DANISH METHOD" — Introduzido por Kendal 1948 e Krauro 1967 e SOMA MÍNIMA — Edgeworth 1887).

A detecção e localização de erros em pontos de controle para as aerotriangulações, se constitui num dos principais problemas da Fotogrametria, que vêm exigindo dos pesquisadores, grandes esforços para preencher as lacunas existentes nesta área (JACOBSEN, K. 1984), (EL-HAKIM, S.F. 1984) e (LUGNANI J.B., MITISHITA E.A.). O problema torna-se mais crítico neste caso, pois a grande maioria dos programas de aerotriangulação existentes, consideram que as coordenadas de terreno dos pontos de controle devem estar isentas de erros grosseiros e os erros existentes, seriam somente erros de Fotogrametria (erros de identificação).

Com isto, os programas de ajustamento de faixa ou de bloco de fotografias, na grande maioria das vezes, utilizando o método dos mínimos quadrados, tornam-se ainda menos eficiente no processo de detecção e localização de pontos de controle que possuem erros grosseiros.

Com o propósito de investigar estes problemas foi elaborado pelo prof. João Bosco Lugnani, no curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas um projeto de pesquisa de Detecção de Erros Grosseiros nas Aerotriangulações. A presente investigação é subproduto de trabalho de Tese do Autor que, sob orientação do Prof. João Bosco Lugnani, desenvolve sua tese de mestrado num dos itens do projeto.

## II. ESTIMATIVA ROBUSTA — "DANISH METHOD" (Extensão do princípio do Estimador Robusto)

Devido as dificuldades apresentadas pelo método dos mínimos quadrados na detecção e localização de pontos errados desenvolveu-se o método de Estimativa Robusta, que vem apresentando ótimos resultados no tratamento de dados que apresentam erros grosseiros (KRARUP, JUHL, KUBIK 1980).

O método foi desenvolvido especialmente para a eliminação dos erros grosseiros sobre o conjunto de dados (K. KUBIK — 1981).

O processo de ajustamento é similar ao convencional mínimos quadrados, com a diferença que, através dos resíduos fornecidos na primeira iteração, proporciona o cálculo de novos pesos, que serão introduzidos no ajustamento da iteração seguinte.

Assim o processo de cálculo de pesos, em função de resíduos e novo ajustamento, é repetido várias vezes, até que os pesos das observações erradas são reduzidos a valores próxi-

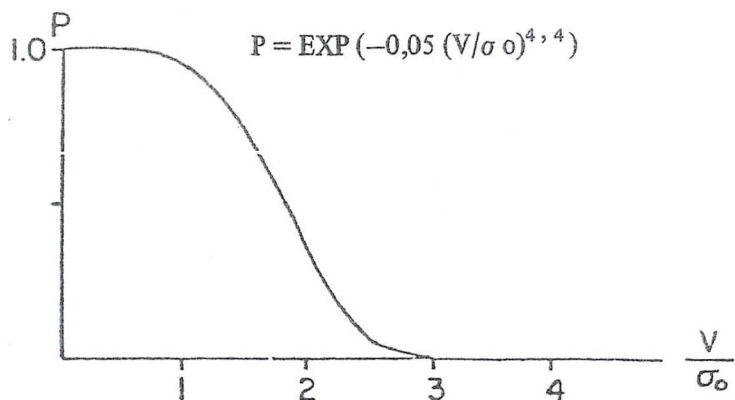


mos de 0 e os pesos das observações boas ficam próximos de 1. Desta maneira os resíduos das observações erradas se aproximam dos erros existentes.

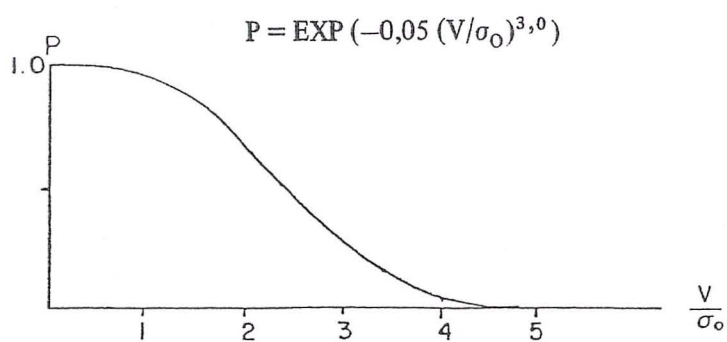
As funções de pesos apresentados por KRARUP, JUHL e KUBIK 1980 e JACOBSEN K. 1984 são:

a) Na primeira iteração  $P = 1, 0$

b) Na segunda e terceira iterações



c) Nas seguintes iterações



Este método já bastante utilizado pelos fotogrametristas e geodestas (HERMANN KLEIN AND WOLFGANG FORSTNER — 1984, HANS WERNER — 1984, JENS JUHL — 1984), apresenta bons resultados e grande eficiência na detecção e localização de erros no ajustamento.

#### VANTAGENS DO USO DO ESTIMADOR ROBUSTO

- Possibilidade de aproveitamento dos programas de ajustamento existentes por M.M.Q.
- Facilidades de programação e introdução das funções de peso.
- Tempo de computação pequeno no cálculo dos pesos, sem a necessidade de inversão de grandes matrizes.
- Mais do que um erro pode ser encontrado com facilidade.

#### DESVANTAGENS DO USO DO ESTIMADOR ROBUSTO

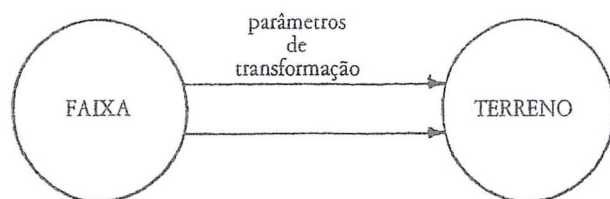
- Pontos eliminados do ajustamento, sem uma análise mais profunda (posição, geometria, importância).

— Pequenos erros apresentam dificuldades na detecção e localização.

### III. Modelo Matemático utilizado na Detecção de Erros nas Coordenadas dos Pontos de Controle

O algoritmo matemático utilizado na verificação dos pontos de controle, se constitui na transformação de HELMERT, no espaço tridimensional — (LUGNANI 1981).

Parâmetros de rotação, translação e escala são calculados para a transformação de coordenadas de faixa formada analiticamente para o sistema de terreno.



$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \lambda R(\omega, \phi, \chi) \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

$[X Y Z]$  — Coordenadas dos pontos de controle no sistema de terreno.

$[x y z]$  — Coordenadas dos pontos de controle no sistema da faixa.

$(\lambda, \omega, \phi, \chi, X_0, Y_0, Z_0)$  — Parâmetros a serem determinados.

Tratando-se como observações as coordenadas dos pontos no sistema de terreno e sistema de faixa, podemos ter erros tanto num sistema como no outro. Assim:

$$F(L_a, X_a) = 0 \quad .2$$

que se constitui no modelo implícito de ajustamento, no qual os parâmetros ajustados e os valores observados ajustados, estão ligados por uma função não explícita (Gemael — 1984), e onde:

$$V = L_a - L_b \quad (3.3)$$

$$X = X_a - X_b \quad (3.4)$$

- $V$  = Resíduos dos valores observados
- $L_b$  = Valores observados
- $L_a$  = Valores observados e ajustados
- $X$  = Correção aos parâmetros
- $X_a$  = Parâmetros ajustados
- $X_b$  = Parâmetros (valores aproximados)



$$A = \frac{\partial F}{\partial X_a | X_0} \quad B = \frac{\partial F}{\partial L_a | L_b}$$

$$W = F(L_b, X_0)$$

A: Matriz das derivadas parciais em relação aos parâmetros.

B: Matriz das derivadas parciais em relação às observações.

W: Erro de fechamento (função dos valores observados e valores aproximados dos parâmetros).

$$AX + BV + W = 0 \quad (3.5)$$

Tendo n observações, u parâmetros, ligados por r equações de condições, temos:

$$r A_u u X + r B_n n V + r W = 0$$

Neste caso temos  $(r - u) = s$  (graus de liberdade).

A resolução do sistema de equações, para o cálculo dos parâmetros:

$$X = -(A^T M^{-1} A)^{-1} A^T M^{-1} W \quad (3.6)$$

$$M = B P^{-1} B^T \quad (3.7)$$

P = Matriz dos pesos

$$K = -M^{-1} (AX + W) \quad (3.8)$$

$$V = P^{-1} B^T K \quad (3.9)$$

$$X_a = X_0 + X \quad (3.10)$$

$$L_a = L_b + V \quad (3.11)$$

$$V^T P V = K^T W \quad (3.12)$$

$$\sigma_0^2 = \frac{V^T P V}{s} \quad (3.13)$$

$\sigma_0^2$  = Variância da observação de peso unitário (a posterior)

$$\Sigma X_a = \sigma_0^2 (A^T M^{-1} A)^{-1} \quad (3.14)$$

$\Sigma X_a$  = Matriz variância covariância dos parâmetros

Em se tratando de um modelo matemático não linear, considerando ainda que os valores aproximados  $X_0$  e  $L_b$  são aproximações para os valores ajustados  $X_a$  e  $L_a$ , e que pela eliminação de termos de segunda ordem na linearização pela fórmula de TAYLOR (GEMAEL — 1984); torna-se necessário iteração para se chegar aos valores mais prováveis das incógnitas.

Conforme (LUGNANI 1984)

$$F(X_a, L_a) = \frac{\partial F}{\partial X_a | X_i} X + \frac{\partial F}{\partial L_a | X_i} (L_a - L_a) +$$

$$L_i \quad L_i$$

$$F(X_i, L_i) = 0 \quad (3.15)$$

Podemos escrever que:

$$L_a - L_i = L_a - L_b + L_b - L_i \quad (3.16)$$

$$L_a - L_b = V \quad (3.17)$$

Assim

$$L_a - L_i = V + L_b - L_i \quad (3.18)$$

Da equação (3.15) e da equação (3.18); temos:

$$A_i X + B_i V + B_i (L_b - L_i) + F(X_i, L_i) = 0 \quad (3.19)$$

Passo n° 1 (resolução inicial)

Temos  $X_0$  e  $L_b$

$$AX + BV + W = 0$$

$$A = \frac{\partial F}{\partial X_a | X_0} \quad B = \frac{\partial F}{\partial L_a | X_0} \quad W = F(X_0, L_0)$$

$$L_b \quad L_b$$

Passo n° 2 (1ª iteração)

$$X_1 = X_0 + X$$

$$L_1 = L_b + V$$

X e V Calculados no passo anterior

$$AX + BV + W = 0$$

$$A = \frac{\partial F}{\partial X_a | X_1} \quad B = \frac{\partial F}{\partial L_a | X_1}$$

$$L_1 \quad L_1$$

$$W = B (L_b - L_1) + F(X_1, L_1)$$

Passo n° 3 (2ª iteração)

$$X_2 = X_1 + X$$

$$L_2 = L_1 + V$$



X e V calculados no passo anterior

$$AX + BV + W$$

$$A = \frac{\partial F}{\partial X_2|X_2} \quad B = \frac{\partial F}{\partial L_3|X_2} \quad W = B(L_b - L_2) + F(X_2, L_2)$$

$$L_2 \quad L_2$$

Procede-se as iterações até conseguir convergência. É importante observar que o valor de X tende para zero, enquanto o valor de V tende a se estabilizar.

Através do ajustamento proposto para a determinação dos parâmetros de transformação do sistema de faixa para o sistema de terreno, e tratando-se como observações tanto as coordenadas no sistema de faixa como as do sistema de terreno, temos, do ajustamento, resíduos nas coordenadas de terreno, bem como nas coordenadas de faixa

Os resíduos nas coordenadas dos pontos, provenientes do ajustamento, em ambos os sistemas, nos possibilitarão a verificação da qualidade dos pontos de controle utilizados, para a determinação dos parâmetros.

#### IV. Introdução da Estimativa Robusta — “DANISH METHOD” — na Detecção e Localização de Erros nos Pontos de Controle

O modelo matemático proposto (determinação dos parâmetros da transformação isogonal) para a verificação da qualidade dos pontos de controle, através da análise dos resíduos das coordenadas, em ambos os sistemas, utilizando o método do ajustamento dos mínimos quadrados, nem sempre nos assegura a exata eliminação dos pontos errados (exemplo n.º 6).

Devido à distribuição dos erros sobre todo o conjunto de dados, o trabalho para a detecção e localização de observações incorretas se constitui numa tarefa difícil e de poucas chances de sucesso. A fim de eliminar esta deficiência no método proposto para a detecção e localização de pontos errados, através da análise de resíduos, se fez a introdução da Estimativa Robusta no Ajustamento.

1. No início do ajustamento, as duas primeiras iterações são realizadas com pesos dados da seguinte maneira:

a) Pesos para as coordenadas de terreno

$$(P_{X_i} = P_{Y_i} = P_{Z_i} = 1,0) \quad i = 1, n$$

b) Pesos para as coordenadas da faixa

$$(P_{X_i} = P_{Y_i} = P_{Z_i} = 100,00) \quad i = 1, n$$

n = n.º de pontos de controle.

2. Na terceira e quarta iteração, os pesos são calculados, através da função de pesos.

a) Pesos para as coordenadas de terreno

$$P_{X_i} = \text{EXP}(-0,05 (K V_{X_i}/\sigma_0)^{4,4}) \quad i = 1, n$$

$$P_{Y_i} = \text{EXP}(-0,05 (K V_{Y_i}/\sigma_0)^{4,4}) \quad i = 1, n$$

$$P_{Z_i} = \text{EXP}(-0,05 (K V_{Z_i}/\sigma_0)^{4,4}) \quad i = 1, n$$

b) Pesos para as coordenadas de faixa

$$P_{X_i} = \text{EXP}(-0,05 (V_{X_i}/\sigma_0)^{4,4}) \quad i = 1, n$$

$$P_{Y_i} = \text{EXP}(-0,05 (V_{Y_i}/\sigma_0)^{4,4}) \quad i = 1, n$$

$$P_{Z_i} = \text{EXP}(-0,05 (V_{Z_i}/\sigma_0)^{4,4}) \quad i = 1, n$$

$\sigma_0^2$  = Variância da observação de peso unitário

K = 4,7 (Fator de multiplicação para os resíduos nas coordenadas de terreno)

$V_{X_i}, V_{Y_i}, V_{Z_i}$  — São os resíduos nas coordenadas de terreno

$V_{x_i}, V_{y_i}, V_{z_i}$  — São os resíduos nas coordenadas de faixa

n = Número de pontos de controle

3. Na quinta e sexta iteração, os pesos introduzidos no ajustamento, serão calculados por outra função de pesos.

a) Pesos para as coordenadas de terreno

$$P_{X_i} = \text{EXP}(-0,05 (K V_{X_i} / \sigma_0)^{3,0}) \quad i = 1, n$$

$$P_{Y_i} = \text{EXP}(-0,05 (K V_{Y_i} / \sigma_0)^{3,0}) \quad i = 1, n$$

$$P_{Z_i} = \text{EXP}(-0,05 (K V_{Z_i} / \sigma_0)^{3,0}) \quad i = 1, n$$

b) Pesos para as coordenadas da faixa

$$P_{X_i} = \text{EXP}(-0,05 (V_{X_i} / \sigma_0)^{3,0}) \quad i = 1, n$$

$$P_{Y_i} = \text{EXP}(-0,05 (V_{Y_i} / \sigma_0)^{3,0}) \quad i = 1, n$$

$$P_{Z_i} = \text{EXP}(-0,05 (V_{Z_i} / \sigma_0)^{3,0}) \quad i = 1, n$$

$\sigma_0^2$  = Variância da observação de peso unitário

K = 4,7 (Fator de multiplicação para os resíduos, nas coordenadas de terreno)

$V_{X_i}, V_{Y_i}, V_{Z_i}$  — São os resíduos nas coordenadas de terreno



$Vx_i, Vy_i, Vz_i$  — São os resíduos nas coordenadas de faixa

$n$  — Número de pontos de controle

O valor de  $K$  (fator de multiplicação para os resíduos nas coordenadas de terreno) geralmente é apresentado como igual à unidade. Em seguidos experimentos realizados nesta pesquisa, chegou-se à conclusão que o melhor valor encontrado para  $K$ , foi em torno de 4,7.

## V. Resultados

A fim de verificar o método preposto, foram testadas duas faixas de fotografias (um conjunto de dados fictícios e outro real). Erros foram introduzidos nos conjuntos de dados, possibilitando a verificação da capacidade do método em detectá-los e localizá-los.

### V.1 DADOS FICTÍCIOS

A faixa de fotografias é composta de cinco modelos na escala de 1:10.000. As fotos foram geradas pela equação de colinearidade, e a partir destas, a faixa foi montada por um processo analítico através da equação da colinearidade. Foram utilizados seis pontos de controle, aos quais foram associados erros, tanto nas coordenadas de terreno, como também nas coordenadas da faixa.

### V.2 DADOS REAIS

Os dados reais foram obtidos de uma faixa de fotografias, com sete modelos na escala de 1:15.000. Os modelos foram lidos num instrumento analógico e a faixa foi formada analiticamente pela conexão dos modelos com a equação isogonal. Possui a faixa cinco pontos de controle, nos quais foram introduzidos erros, tanto nas coordenadas de terreno, como também nas coordenadas de faixa.

Os resultados com os dados fictícios e reais são mostrados nas tabelas anexas.

## VI. Conclusões

Em todos os experimentos realizados com faixas pequenas (até 10 modelos) ou faixas montadas com métodos analíticos, o processo de detecção utilizando o Estimador Robusto mostrou-se muito mais eficaz do que o método convencional de análise de erros. A análise dos resíduos, com o emprego da Estimativa Robusta, mostrou-se melhor, no que se refere a detecção e localização de pontos errados.

Com a utilização do fator  $K = 4,7$  e a adoção de pesos maiores para as coordenadas dos pontos da faixa nas duas primeiras iterações, fez com que os erros existentes nas coordenadas dos pontos no sistema de terreno, bem como os erros existentes nas coordenadas dos pontos no sistema de faixa fossem mais bem evidenciados.

Em outros experimentos realizados com faixas longas (20 modelos), onde os modelos foram lidos por processos analó-

gicos e a faixa montada com o método semi-analítico (equação isogonal no espaço), devido às deformações na concatenação dos modelos, o método não apresentou bons resultados. Este problema pode ser resolvido com os métodos analíticos da Fotogrametria, que apresentam menores deformações na formação das faixas, pois minimizam os erros na orientação relativa e possibilitam as correções dos erros sistemáticos da imagem.

Dependendo da posição e do número de pontos de controle errados existentes na faixa (geometria), o algoritmo para a detecção não se mostrou totalmente eficaz, isto é, em alguns experimentos, nem todos os erros simulados, foram detectados.

Os erros grosseiros nos pontos de controle, causadores de divergência no ajustamento, foram claramente identificados com o emprego do Estimador Robusto. Na maioria dos testes realizados, com menos de seis iterações, foi possível evidenciar os erros nos pontos de controle.

## VII. Referências Bibliográficas

- EL-HAKIM, S.F.: ZIEMANN, H. A. Step — Bv — Step Strategy For Gross-Error Detection, ISPRS Com. III Helsinki 1982.
- EL-HAKIM, S.F. A Practical Study of Gross Error Detection in bundle Adjustment. The Canadian Surveyor, Vol. 35, No. 4, December 1981.
- JUHL, J. The "Danish Method" of Weight Reduction for Gross Errors Detection, ISPRS Com. III Rio de Janeiro 1984.
- GEMAEL, C. Introdução ao Ajustamento de Observações: Aplicações Geodésicas Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 1984.
- K. JACOBSEN Experience in Blunder Detection for Aerial Triangulation, ISPRS Com. III, Rio de Janeiro 1984.
- KRARUP, JUHL, KUBIK Götterdämmerung Over Least Squares Adjustment. ISPRS Com. III Hamburg 1980.
- KUBIK, K. An Error Theory for the Danish Method, ISPRS Com. III Helsinki 1982.
- KLEIN, H, FÖRSTNER, W. Realization of Automatic Error Detection in the Block Adjustment Program Pat-M43 Using Robust Estimators, ISPRS Com. III Rio de Janeiro 1984.
- KUBIK, K. WENG, W. Ah, Robust Estimation! ISPRS Com. III Rio de Janeiro 1984.
- LUGNANI, J.B. Introdução ao Ajustamento Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas 1984.
- Transformações Geométricas (Manuscrito), Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas 1981.
- LUGNANI, J.B., MITISHITA, E.A. Improvements in Gross Errors Detection in Aerial Triangulation, ISPRS Com. III, Rio de Janeiro 1984.
- WERNER, H. Automatic Gross Error Detection by Robust Estimators, ISPRS Com. III, Rio de Janeiro 1984.

Programa base do Prof. José E. Juliá da Universidade Nacional de Tucuman — Argentina (COBLO 7R — Set/84).  
Modificação de Luis A. Naveda — Eng.º da Aerofoto Cruzeiro S.A. (Versão 02/Abril/85).



EXEMPLO Nº 1: Erros grosseiros nas coordenadas de terreno em dois pontos de controle (erros de 5 a 7 metros, conforme a tabela)

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	3353,000	5050,000	950,000	771	3353,000	5050,000	950,000
711	3353,000	5050,000	950,000	711	3353,000	5050,000	950,000
775	3353,000	5050,000	950,000	775	3353,000	5050,000	950,000
714	3353,000	5050,000	950,000	714	3353,000	5050,000	950,000
772	3353,000	5050,000	950,000	772	3353,000	5050,000	950,000
612	3353,000	5050,000	950,000	612	3353,000	5050,000	950,000
610	3353,000	5050,000	950,000	610	3353,000	5050,000	950,000

RESÍDUOS RESULTANTES COM A ESTIMATIVA MÍNIMOS QUADRADOS

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	-1,322	-1,322	-0,512	771	0,125	0,125	-0,040
711	0,012	0,012	-0,557	711	0,021	0,021	0,011
775	-1,252	-0,126	-1,103	775	0,123	0,011	0,115
714	1,056	-1,119	-1,178	714	-0,105	0,110	-0,115
772	1,105	1,352	0,495	772	0,110	-0,151	-0,114
612	0,387	0,215	-0,195	612	0,026	-0,022	0,015
610				610			

RESÍDUOS RESULTANTES COM A APLICAÇÃO DO ESTIMADOR ROBUSTO

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	-2,256	-0,010	0,001	771	0,000	0,000	-0,013
711	-0,000	-0,000	-0,000	711	0,000	0,000	0,000
775	-4,249	-0,000	-2,435	775	0,000	0,000	0,000
714	0,000	0,000	0,131	714	-0,001	0,000	-0,000
772	0,105	0,152	0,602	772	0,000	0,000	0,011
612	-0,000	0,000	0,000	612	0,000	0,000	-0,004
610				610			

EXEMPLO Nº 2: Erros grosseiros nas coordenadas de terreno em quatro pontos de controle (erros de 1 a 4 metros, conforme a tabela)

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	3353,000	5050,000	950,000	771	3353,000	5050,000	950,000
711	3353,000	5050,000	950,000	711	3353,000	5050,000	950,000
775	3353,000	5050,000	950,000	775	3353,000	5050,000	950,000
714	3353,000	5050,000	950,000	714	3353,000	5050,000	950,000
772	3353,000	5050,000	950,000	772	3353,000	5050,000	950,000
612	3353,000	5050,000	950,000	612	3353,000	5050,000	950,000
610	3353,000	5050,000	950,000	610	3353,000	5050,000	950,000

RESÍDUOS RESULTANTES COM A ESTIMATIVA MÍNIMOS QUADRADOS

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	0,050	0,024	-1,093	771	-0,005	-0,002	0,107
711	0,079	-0,076	0,366	711	-0,001	0,002	-0,022
775	-2,011	0,075	0,614	775	0,002	-0,002	-0,000
714	-0,002	-0,033	-1,037	714	0,003	0,001	0,101
772	-2,002	0,102	0,325	772	0,001	-0,001	-0,011
612	0,022	-0,052	0,621	612	0,002	0,001	-0,011
610	-0,037	-0,211	-0,019	610	0,001	0,001	0,011

RESÍDUOS RESULTANTES COM A APLICAÇÃO DO ESTIMADOR ROBUSTO

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	0,000	0,000	-2,000	771	-0,011	0,000	0,000
711	-0,000	-0,000	-0,000	711	0,000	0,000	0,000
775	0,000	0,000	1,000	775	-0,005	-0,004	-0,000
714	-0,000	0,000	-2,000	714	0,009	-0,006	0,000
772	-0,000	0,000	0,000	772	0,001	0,000	-0,001
612	0,000	0,000	-2,000	612	0,001	0,001	0,000
610	0,000	-0,000	-0,000	610	-0,001	0,001	-0,000



EXEMPLO Nº 3: Erros grosseiros nas coordenadas de terreno em dois pontos de controle (erros de 45 a 100 metros, conforme a tabela)

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS					COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS						
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	7352,000	6850,000	950,000	771	1.892	59.719	-101,690				
711	7352,000	5050,000	1050,000	711	-0,209	-82,925	-158,582				
775	5050,000	6850,000	1050,000	775	777,559	85,887	-158,582				
714	5050,000	5050,000	1100,000	714	275,252	-87,975	-158,582				
772	7352,000	6650,000	980,000	772	22,037	83,141	-158,372				
612	7352,000	5050,000	945,000	612	91,584	-90,071	-158,552				
610	5050,000	5950,000	970,000	610	276,400	-6,321	-158,620				

RESÍDUOS RESULTANTES COM A ESTIMATIVA MÍNIMOS QUADRADOS

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	21,216	-8,091	3,407	771	-2,009	0,809	-0,325
711	-24,731	-70,912	-72,819	711	2,358	2,851	2,187
775	1,192	2,662	-2,926	775	-0,117	-0,193	0,222
714	8,105	15,397	-3,173	714	-0,802	-1,554	0,212
772	20,471	-5,721	2,820	772	-1,943	0,584	-0,340
612	-21,027	8,657	25,126	612	2,949	-0,841	-2,304
610	4,429	8,662	-2,164	610	-0,477	-0,816	0,204

RESÍDUOS RESULTANTES COM A APLICAÇÃO DO ESTIMADOR ROBUSTO

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	0,494	-0,001	0,001	771	0,000	0,014	-0,012
711	-58,581	-29,285	-50,262	711	0,000	0,000	0,000
775	0,001	-0,000	-0,000	775	-0,013	0,005	0,002
714	0,000	0,000	-0,000	714	-0,000	-0,015	0,005
772	0,332	0,000	-0,001	772	-0,000	-0,002	0,017
612	-54,642	0,001	44,876	612	0,009	-0,012	-0,023
610	0,000	-0,000	0,001	610	-0,021	0,004	-0,011

EXEMPLO Nº 4: Erros grosseiros nas coordenadas de terreno em dois pontos de controle (erros de 1 a 2 metros, conforme a tabela)

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS					COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS						
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	7352,000	6850,000	950,000	771	1.892	59.719	-101,690				
711	7352,000	5050,000	950,000	711	-0,209	-82,925	-158,582				
775	5050,000	6850,000	1050,000	775	777,559	85,887	-158,582				
714	5050,000	5050,000	1100,000	714	275,252	-87,975	-158,582				
772	7352,000	6651,000	981,000	772	22,037	83,141	-158,372				
612	7352,000	5050,000	945,000	612	91,584	-90,071	-158,552				
610	5050,000	5950,000	970,000	610	276,400	-6,321	-158,620				

RESÍDUOS RESULTANTES COM A ESTIMATIVA MÍNIMOS QUADRADOS

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	-0,511	-0,534	-0,225	771	0,000	0,043	0,000
711	0,137	0,471	0,131	711	-2,013	-0,026	-0,002
775	0,321	-0,058	0,165	775	-0,031	0,026	-0,002
714	-0,020	-0,000	-0,238	714	0,002	0,009	0,003
772	-0,112	0,031	0,032	772	0,011	-0,001	-0,002
612	0,021	0,211	0,025	612	-0,007	-0,030	-0,002
610	0,112	-0,105	0,060	610	-0,010	0,010	-0,005

RESÍDUOS RESULTANTES COM A APLICAÇÃO DO ESTIMADOR ROBUSTO

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
771	-1,704	-1,520	-0,001	771	-0,000	0,000	0,000
711	0,000	0,000	0,000	711	-0,012	-0,000	0,000
775	0,000	-0,001	0,000	775	-0,002	0,000	-0,000
714	-0,001	0,000	-0,004	714	0,011	-0,002	0,000
772	-0,004	-0,000	0,000	772	0,000	-0,000	0,000
612	0,000	0,000	0,001	612	-0,001	-0,001	-0,001
610	0,000	-0,000	0,000	610	-0,002	0,000	-0,001



EXEMPLO Nº 5: Erros grosseiros nas coordenadas de terreno em dois pontos de controle (erros de 2 a 5 metros, conforme a tabela)

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS						COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS							
PONTO Nº	COORDENADA X	ERRO (m)	COORDENADA Y	ERRO (m)	COORDENADA Z	ERRO (m)	PONTO Nº	COORDENADA X	ERRO (mm)	COORDENADA Y	ERRO (mm)	COORDENADA Z	ERRO (mm)
10019	287710,02	2,00	7337370,35	2,00	922,14		10019	306,970		848,130		462,950	
10017	283860,46		7387783,82		947,52		10017	322,320		529,460		459,610	
10010	287852,49		7389151,90		1040,45		10010	722,190		684,268		468,352	
10013	282533,88	5,00	7390245,27		1033,96		10013	937,046		476,901		476,741	
10011	283243,20		7391151,52		1052,57		10011	1183,585		456,045		479,931	

RESÍDUOS RESULTANTES COM A ESTIMATIVA MÍNIMOS QUADRADOS

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS						COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS					
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z				
10019	-0,865	-0,844	-0,024	10019	0,023	-0,042	-0,000				
10017	-0,005	1,407	0,062	10017	-0,053	0,014	-0,001				
10010	-0,322	0,102	-0,052	10010	-0,007	-0,011	0,001				
10013	2,941	0,013	0,022	10013	0,029	0,112	0,003				
10011	-1,728	-0,679	-0,007	10011	0,008	-0,072	-0,002				

RESÍDUOS RESULTANTES COM A APLICAÇÃO DO ESTIMADOR ROBUSTO

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS						COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS					
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z				
10019	-1,998	-1,995	-0,000	10019	0,000	-0,000	0,000				
10017	0,000	0,000	-0,000	10017	-0,000	0,000	0,000				
10010	-0,000	0,000	0,000	10010	-0,000	0,000	-0,000				
10013	4,997	-0,000	0,000	10013	0,000	-0,000	-0,000				
10011	-0,000	0,000	-0,000	10011	-0,000	-0,000	0,000				

EXEMPLO Nº 6: Erro grosseiro nas coordenadas de terreno de um ponto de controle (erro de 2 metros, conforme a tabela)

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS						COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS							
PONTO Nº	COORDENADA X	ERRO (m)	COORDENADA Y	ERRO (m)	COORDENADA Z	ERRO (m)	PONTO Nº	COORDENADA X	ERRO (mm)	COORDENADA Y	ERRO (mm)	COORDENADA Z	ERRO (mm)
10019	287650,02	2,00	7397398,35	2,00	922,14	2,00	10019	306,970		848,130		462,950	
10017	283860,46		7387783,82		947,52		10017	322,320		529,460		459,610	
10010	287852,49		7389151,90		1040,45		10010	722,190		684,268		468,352	
10013	282533,88		7390245,27		1033,96		10013	937,046		476,901		476,741	
10011	283243,20		7391151,52		1052,57		10011	1183,585		456,045		479,931	

RESÍDUOS RESULTANTES COM A ESTIMATIVA MÍNIMOS QUADRADOS

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS						COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS					
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z				
10019	-0,865	-0,844	-0,024	10019	0,023	-0,042	0,017				
10017	0,355	0,563	0,211	10017	-0,033	0,023	-0,002				
10010	0,526	0,275	0,641	10010	-0,005	0,023	-0,022				
10013	0,007	0,018	-0,238	10013	-0,000	0,001	0,024				
10011	-0,022	-0,391	-0,145	10011	0,014	-0,005	0,005				

RESÍDUOS RESULTANTES COM A APLICAÇÃO DO ESTIMADOR ROBUSTO

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS						COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS					
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z				
10019	-2,024	-2,026	-0,002	10019	-0,000	-0,000	-0,000				
10017	-0,003	0,000	0,005	10017	0,001	0,000	-0,001				
10010	0,000	-0,000	1,235	10010	0,000	0,000	0,000				
10013	0,000	0,000	-0,002	10013	-0,001	0,001	-0,001				
10011	-0,003	-0,000	0,008	10011	-0,000	-0,000	-0,003				



EXEMPLO Nº 7: Erros grosseiros nas coordenadas de faixa de dois pontos de controle (erros de 1 a 2 milímetros conforme a tabela)

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS						COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS							
PONTO Nº	COORDENADA X	ERRO (m)	COORDENADA Y	ERRO (m)	COORDENADA Z	ERRO (m)	PONTO Nº	COORDENADA X	ERRO (mm)	COORDENADA Y	ERRO (mm)	COORDENADA Z	ERRO (mm)
10019	257652,02		7397796,34		922,14		10019	306,920		688,130		466,930	
10017	252863,46		7357783,82		947,52		10017	322,320		529,460		459,610	
10010	257852,49		7359151,90		1040,45		10010	722,190		688,288		489,352	
10013	255738,83		7390245,27		1033,96		10013	937,046		420,901		476,741	
10011	258277,90		7391151,52		1042,57		10011	1185,585	2,00	456,045		479,931	

RESÍDUOS RESULTANTES COM A ESTIMATIVA MÍNIMOS QUADRADOS

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
10019	0,535	0,938	-0,858	10019	-0,030	0,028	0,035
10017	-0,866	0,104	0,354	10017	-0,012	-0,031	-0,015
10010	0,234	-1,260	-1,200	10010	0,054	0,023	-0,050
10013	0,743	-2,741	-1,292	10013	0,107	-0,019	0,019
10011	-0,796	2,898	-0,281	10011	-0,118	-0,030	0,011

RESÍDUOS RESULTANTES COM A APLICAÇÃO DO ESTIMADOR ROBUSTO

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
10019	0,000	1,165	-4,045	10019	-0,000	0,000	0,000
10017	-1,526	0,000	0,000	10017	-0,000	-0,000	-0,000
10010	0,480	-1,291	-0,139	10010	0,000	0,000	0,000
10013	0,000	-3,131	-0,000	10013	0,000	-0,000	0,000
10011	-1,086	3,515	0,000	10011	-0,000	0,000	-0,000

EXEMPLO Nº 8: Erros grosseiros nas coordenadas de terreno de três pontos de controle (erros de 2 a 3 metros conforme a tabela)

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS						COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS							
PONTO Nº	COORDENADA X	ERRO (m)	COORDENADA Y	ERRO (m)	COORDENADA Z	ERRO (m)	PONTO Nº	COORDENADA X	ERRO (mm)	COORDENADA Y	ERRO (mm)	COORDENADA Z	ERRO (mm)
10019	257652,02		7397796,34		922,14		10019	306,920		688,130		466,930	
10017	252863,46	3,00	7357783,82		947,52		10017	322,320		529,460		459,610	
10010	257852,49		7359151,90		1040,45		10010	722,190		688,288		489,352	
10013	255738,83		7390245,27	3,00	1033,96		10013	937,046		420,901		476,741	
10011	258277,90	2,00	7391151,52		1042,57		10011	1185,585		456,045		479,931	

RESÍDUOS RESULTANTES COM A ESTIMATIVA MÍNIMOS QUADRADOS

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
10019	1,179	-0,636	-0,070	10019	0,036	0,038	0,002
10017	-0,757	-0,039	0,008	10017	-0,016	-0,007	-0,002
10010	0,213	-0,732	-0,012	10010	0,030	0,000	0,000
10013	-0,461	2,154	0,015	10013	-0,067	0,004	-0,000
10011	0,828	-0,745	0,010	10011	0,037	0,023	0,000

RESÍDUOS RESULTANTES COM A APLICAÇÃO DO ESTIMADOR ROBUSTO

COORDENADAS DE TERRENO EM METROS				COORDENADAS DA FAIXA EM MILÍMETROS			
PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z	PONTO Nº	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
10019	0,000	0,000	-0,000	10019	-0,000	0,000	0,000
10017	-2,998	-0,000	-0,000	10017	0,000	-0,000	0,000
10010	-0,107	-0,000	0,000	10010	0,000	-0,000	-0,000
10013	-0,000	2,954	0,000	10013	-0,000	-0,000	-0,000
10011	1,999	0,000	-0,000	10011	-0,000	0,000	0,000



# Aplicações do Sensoriamento Remoto — O Estudo da Microrregião Açucareira de Campos

*Eliane Alves da Silva*

## Introdução

Pretendeu-se, como objetivo, no presente trabalho, apresentar uma das possibilidades de estudo do espaço canavieiro, no ESTADO DO RIO DE JANEIRO, pela técnica de Análise Digital de Dados do LANDSAT<sup>(2)</sup>, buscando verificar a eficiência e o aprimoramento da técnica aplicada no espaço geográfico em questão, constituído de compartimentos fisiográficos distintos, para o cultivo da cana-de-açúcar, como sejam: a BAIXADA e o TABULEIRO da Microrregião Açucareira de Campos (respeitando a denominação vigente no IBGE), a qual inclui os seguintes municípios: Campos, Conceição de Macabu, Macaé, São Fidélis e São João da Barra. (Figura 1).

O Sensoriamento Remoto por satélite, em suas múltiplas aplicações, pode ser considerado como uma técnica de análise do espaço que permite o seu conhecimento sistemático, pois, a imagem de satélite é uma imagem fiel do espaço geográfico<sup>(5)</sup> (6).

A Análise Digital de dados do Satélite LANDSAT fornece subsídios a estudos envolvendo o uso do solo urbano e rural, assim como, problemas ambientais, tais como: a poluição, o desmatamento, a erosão, o assoreamento e tantos outros.

A referida Análise Digital de dados, foi, então, escolhida a fim de ser testada, em seus aspectos metodológicos, para a caracterização do espaço situado nos extremos orientais do Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul, correspondendo à Microrregião Açucareira de Campos, (Figura 2), tradicionalmente produtora de cana-de-açúcar (com mais de cinquenta engenhos na então chamada Baixada dos Goitacazes, no século XVIII).

A Análise Digital de dados captados pelo LANDSAT, com o sensor Multispectral Scanner — MSS, no INPE, é realizada com o emprego do sistema "Image-100" ou I-100<sup>(7)</sup>, mediante o processamento digital feito através de dados multiespectrais digitalizados e que estão disponíveis em forma de fitas CCT (Fitas Compatíveis com o Computador).

As fitas são processadas de tal forma que se obtém, no vídeo do sistema, a informação digital apresentada sob a forma de imagem.

Considerou-se indispensável, para chegar à análise digital, a pesquisa de campo e o emprego de fotografias aéreas, em função das características da plataforma do sensor considerado, no caso, o "Multispectral Scanner-MSS" do LANDSAT; as imagens são captadas em escalas muito reduzidas, devido às grandes altitudes das órbitas dos satélites (cerca de 920 quilômetros da Terra) e a resolução do sistema.

As escalas das fotografias aéreas são bem maiores que as escalas das imagens de satélites; contudo, as fotografias apresentam uma desvantagem, em relação às imagens, quanto ao caráter se-  
qüencial dos dados fornecidos, pois, es-

tas últimas são obtidas para um mesmo lugar, cerca de 22 vezes por ano (LANDSATs 4, 5) e 20 vezes no caso dos LANDSATs 1, 2 e 3, com informações em diferentes faixas do espectro eletromagnético. Pôde-se, então, acompanhar a Região Açucareira de Campos, a partir das primeiras imagens da área no período de 1973 a 1982, tendo, como complemento, a cobertura aerofotogramétrica do PLANALSUCAR/IAA de 1981, assim como, as cartas do referido órgão e também as do IBGE.

Visou, também, o estudo, esclarecer dúvidas decorrentes da semelhança de reflectância espectral de determinadas superfícies, no caso de áreas cultivadas com cana-de-açúcar e pastagens, assim como de áreas construídas. Foram realizadas as análises: estereoscópica de fotografias aéreas, visual de imagens orbitais e digital de imagens espaciais.

O confronto dos resultados destas três análises acima, resultou em vantagem para a Análise Digital, sendo escolhidas, dentro de uma área de 8.446 Km<sup>2</sup>, duas extensas faixas, respectivamente, a Norte/Nordeste de Campos e a Sul/Sudeste da mesma cidade. Em seguida, estendeu-se o estudo a toda a Microrregião considerada, o que possibilitou a comparação dos resultados.

Esta análise envolveu os cinco municípios, dessa Microrregião, e baseou-se nos parâmetros das áreas previamente selecionadas durante o treinamento com o "Image-100".

Buscou-se, então, verificar o desempenho da técnica, no espaço ocupado pela cana-de-açúcar no Norte Fluminense, nas escalas de 1:50.000 e 1:400.000.

\* Engenheira Cartógrafa/Geógrafa da FIBGE/DEGEO/IDIVRB e Professora Assistente do Departamento de Cartografia da UFF. Esta é uma parte da tese, compreendendo apenas a Introdução e os Capítulos: I, IV e V.



# I — PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CULTIVO DA CANA-DE- AÇÚCAR E DOS ASPECTOS FISIOGRÁFICOS DA MICRORREGIÃO AÇUCAREIRA DE CAMPOS

## 1.1 — Cana-de-Açúcar

A cana-de-açúcar é uma gramínea semiperene, do gênero *Saccharum*, típica de climas tropicais e subtropicais, e tem por origem, presumida, o Sudeste Asiático. Seu cultivo está limitado às faixas correspondentes a 35° de latitude Sul e Norte.

A cana-de-açúcar expandiu-se no Hemisfério Ocidental, obtendo grande sucesso no Continente Americano, a partir da colonização européia.

No Brasil, a cana acha-se disseminada em todo o território, com variações devido às características ecológicas e sistemas de plantio.

O pique da produção brasileira está, geograficamente, limitado ao intervalo de 8° a 23° de latitude Sul, e em áreas litorâneas, de um modo geral. Os índices da produção de cana estão condicionados às características de: pedologia, irrigação, espécies empregadas, susceptibilidade a pragas e doenças e tempo de crescimento dos colmos.

A cana desenvolve-se, plenamente, a temperaturas médias anuais acima de 20°C e sob uma pluviosidade a partir de 1200mm. O seu ciclo vegetativo completo exige um período quente e úmido para o seu desenvolvimento e outro frio e seco para sua maturação. No Brasil, os meses secos (maio — setembro) correspondem a temperaturas mais baixas, obtendo-se a condição ótima de maturação coincidindo com as melhores tomadas para o Norte Fluminense.

Por ter um período longo de vegetação, a cana fica sujeita às flutuações climáticas durante o ano. Tem suas funções biológicas paralisadas se a temperatura torna-se inferior a 12°C, e quando há secas prolongadas. Em regiões de clima tropical típico, o amadurecimento pode ser prejudicado em seu ritmo contínuo de vegetação, implicando em baixos rendimentos industriais. As áreas de boa luminosidade<sup>(8)</sup> são propícias ao seu cultivo, sendo inclusive um dos fatores que facilitam a percepção da cana

por sensores remotos. Os canaviais têm boa reflectância espectral, sendo distinguidos nas imagens do satélite LANDSAT.

Nas regiões de baixada, as temperaturas tendem a ser mais altas e com uma pluviosidade menor que nas regiões de tabuleiros ou de montanhas, comportamento observado no Estado do Rio de Janeiro (vide Figuras 2, 3, 4, 5 e 6).

O solo, no caso específico da cana, precisa dispor de suprimentos de água e de ar. Os solos ideais devem ser profundos, argilosos e retentores d'água; a cana-de-açúcar cresce também em solos arenosos, como se evidencia em território Fluminense. O ph dos solos varia entre 5,5 e 6,5 em locais planos.

A Região Açucareira de Campos, em comparação com outras regiões brasileiras onde a latitude é um fator limitante, não está sujeita às constantes geadas, porém, sofre inundações na Baixada, apresentando problemas de excesso de umidade nos solos, que além de prejudicar a aeração dos mesmos, afeta as raízes da cana e a assimilação de nutrientes, podendo provocar até a morte dos canaviais.

### 1.1.1 — Plantio da Cana-de-Açúcar

Utiliza-se o sistema conhecido, tradicionalmente, na região, ou seja, a plantadeira "campistinha", com as seguintes alterações:

Quanto a variedade — procura-se, sempre que possível, utilizar as variedades recomendadas pelo PLANALSUCAR, como as mais apropriadas à irrigação, quais sejam: NA-59/76, CP-51/22, CB-47/89 e CB-45/3.

CB-45/3 — Campos Brazil

É a variedade mais cultivada na Região Norte Fluminense, (em 80% da área) sendo a mais rústica e resistente à estiagem, vegetando bem, tanto nos solos de aluviões (Baixada), quanto nos solos do terciário (Tabuleiro), oferecendo, também, adaptação à irrigação praticada no local.

Em termos de semente — utiliza-se de canaviais (de preferência cana planta) que tenham de 8 a 10 meses de idade, com gemas de boa qualidade, a fim de se obter uma boa germinação. No caso de só se obter canaviais com mais de 10 meses ou socas, seleciona-se aquelas que apresen-

tarem um vigoroso desenvolvimento vegetativo e que estejam com as gemas em boas condições.

O plantio da cana-de-açúcar pode ser realizado em dois períodos diferentes: o de "frio" (fevereiro a abril) e o de "quente" (setembro a outubro). Entretanto, estes períodos sofrem alterações, por razões climáticas, econômicas e até práticas, pois muitas vezes ocorre o plantio contínuo de setembro a maio.

Na Região, grande parte do plantio se dá no segundo semestre da cada ano porque há sempre maior disponibilidade de mão-de-obra e de meios mecânicos, bem como, pela chegada da época das chuvas.

As tabelas (n.ºs 1, 2, 3 e 4) apresentam o uso atual da terra na área da Microrregião Açucareira que detém o coração da produção de açúcar no Estado, e para a qual existe o Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-Açúcar na Região Norte Fluminense — PROJIR, relativo ao Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar — PLANALSUCAR do Instituto do Açúcar e do Alcool — IAA.

## IV — RESULTADOS COMPARATIVOS ANÁLISE DIGITAL DE DADOS DO SATÉLITE LANDSAT COM O ANALISADOR "IMAGE-100"

### 4.1 — Introdução

Deste capítulo constam os resultados das análises feitas através de: fotointerpretação, análise visual de imagens e análise digital.

### 4.2 — Resultados da Análise e Interpretação de Fotografias Aéreas

A adoção de fotografias aéreas, na escala de 1:15.000, proporcionou o conhecimento da grande área, denominada Zona Açucareira de Campos. Certas feições, como, por exemplo, uma grande usina e seus canaviais, subdivididos pelos diversos estágios de crescimento, entrecortados por vários canais de irrigação, foram claramente definidos nas fo-



tos verticais. As fotografias aéreas evidenciaram a grande homogeneidade da área, traduzida pelo cultivo da cana-de-açúcar na Região, podendo-se dizer que a cana é a lei, no Circuito Campista, onde a atividade agroindustrial, interfere na paisagem, na economia e na política. O caráter especializado do plantio e produção de açúcar e de álcool fornece, aí, um quadro "sui-generis", evidenciado pela observação dos outros centros produtores de açúcar, no Brasil, localizados em São Paulo e na Zona da Mata Nordestina. A cidade de Campos é cercada por canaviais.

Os diversos elementos da paisagem foram observados, trazendo informações adicionais às de campo e às das imagens, qualificando a investigação geográfica, para a posterior Análise Digital.

A caracterização da área canavieira fluminense, pelo estudo realizado através de fotografias aéreas, imagens, cartas e mapas, além da pesquisa de campo, mostram, nitidamente, a interferência humana local do presente trabalho.

As mudanças ocorridas na área canavieira tais como: o crescimento da cidade de Campos, o aumento das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, o assoreamento de rios e, principalmente, das lagoas e a poluição puderam ser observadas mediante comparações realizadas entre as fotos, as cartas produzidas mediante restituição estereofotogramétrica das mesmas e as cartas da Fundação IBGE. E, também, entre as fotografias aéreas do PLANLSUCAR/IAA, as imagens de satélite, as pesquisas de campo e os dados estatísticos produzidos pela SONDOTÉCNICA. As fotos esclareceram as informações, elucidaram algumas questões e pormenorizam as áreas críticas, nas imagens. Além disso, a fotointerpretação e as cartas em escalas grandes serviram de parâmetros de avaliação na Análise Digital dos dados do MSS/LANDSAT.

A existência de fotografias aéreas e imagens, da mesma época, deu um caráter preciso às informações, principalmente no caso da diferenciação entre aterros recentes transformados em pastos e canaviais.

Tem-se a seguir os resultados da Fotointerpretação.

O trabalho de fotointerpretação permitiu a observação de áreas outrora de-

dicadas ao plantio da cana-de-açúcar, junto à cidade de Campos, loteadas e já ocupadas com residências. A observação, no local, possibilitou a constatação do surgimento de bairros novos, com casas amplas e modernas, indicando o crescimento da área urbana da cidade e, inclusive, o tipo de ocupação do espaço.

As fotografias aéreas mostraram feições que poderiam ser interpretadas como solo preparado para o plantio da cana-de-açúcar e por terem localização próxima das usinas, mas, na realidade, eram terrenos onde haviam sido realizados trabalhos recentes de terraplenagem, com o objetivo de demarcação de lotes para serem colocados a venda, pois havia, no local, placas indicativas. Percorrendo-se a rodovia BR 356, a caminho de Barcelos, observam-se loteamentos e construções modernas de veraneio.

A comparação entre as fotografias aéreas, as cartas e as imagens evidenciou a expansão de Campos, que é maior na direção Leste-Oeste, no sentido Leste, na porção à margem direita do Rio Paraíba do Sul, onde os canaviais vêm sendo erradicados.

A cana-de-açúcar tem perdido áreas junto a aglomeração urbana campista e tem ganho outras posições na região; basta examinar os mapas (Figs. 14, 15 e 16) nas escalas de 1:5000 e 1:150.000 que apresentam a situação do Uso da Terra na Microrregião Açucareira de Campos, para os anos de 1973 e 1982.

A análise das fotografias aéreas ratificou o caráter de extrema homogeneidade espacial, impresso na paisagem campista pelo cultivo da cana-de-açúcar. A mandioca, a laranja, o abacaxi e o arroz aparecem nas áreas periféricas (principalmente a Leste da grande mancha de cana), geralmente nas porções onde há menor fertilidade e em pequena escala. Quando identificou-se a presença destes cultivos, no interior da área canavieira, viu-se que não passavam de pequenos pomares de fundo de quintal; quanto aos cultivos consorciados de cana, milho e feijão não tinham expressão em termos de área plantada.

É notável, nestes últimos anos, a competição do espaço empreendido pela atividade açucareira, com relação aos ocupados com: a mandioca (especificamente em São João da Barra), as pastagens, os brejos e as lagoas.

O Projeto Pró-Álcool<sup>(31)</sup> foi respon-

sável pela instalação de sofisticada destilarias nas usinas da Região, para a produção de álcool; gerou-se, então, a necessidade de maior quantidade de cana plantada para ser moída; somam-se a este aspecto, as iniciativas da administração federal e estadual, muitas das quais anteriores a este Projeto e que através da construção de obras de irrigação e drenagem, aumentaram as áreas cultivadas, havendo, também, recuperação de solos pela aplicação de adubos e fertilizantes agrícolas.

A observação dos mapas (1973 e 1982) evidencia, por exemplo, o aumento da área plantada com cana e o assoreamento das lagoas, onde o caso da Lagoa Feia é o mais notável.

O exame das fotografias aéreas referentes à Lagoa Feia mostrou, especificamente, na porção Noroeste, o seu antigo limite (ao tomar-se por base a carta de 1968); o resultado desta análise aparece no mapa (Fig. 14), na escala de 1:15.000, com dados também compilados das imagens e das cartas utilizadas nesta dissertação, obedecendo metodologia cartográfica de mapeamento.

Este antigo limite da Lagoa Feia aparece nítido, nas fotos, devido à presença de tonalidades de cinza médio e claro do solo e com linhas estreitas e sinuosas, na porção aterrada, que já tem sido transformada em pastagem. A antiga ilha, sujeita a inundação, existente dentro da Lagoa Feia e que aparece mapeada na Carta IBGE (1968) é, também visível na imagem de 1973, porém na imagem de 1975 não existia mais; e viu-se, também, o aumento da canalização do Rio Ururá, no sentido da Lagoa Feia, que recebe o nome local de Rio de Jesus. Acima desta área, os terrenos foram drenados e plantados canaviais.

Os inúmeros aterros têm extinguido os brejos e a sua vegetação característica e alterado as formas das lagoas (Feia, Campelo) causando a redução drástica de seus respectivos espelhos d'água. As pesquisas de campo na área, permitiram a constatação da gravidade do problema ambiental, pois, as mudanças introduzidas naquele espaço, a fim de promover a expansão da cultura da cana-de-açúcar e suas atividades correlatas que envolvem a produção de açúcar e, principalmente, do álcool, trouxeram também a poluição das águas e até do ar











(devido ao forte mau cheiro produzido pelo vinhoto).

A avaliação da poluição, através de estudos do IAA, segundo PINTO (1979), causada pelos efluentes das destilarias de álcool, atingiu a rede hidrográfica da região "in natura". Ainda de acordo com estas pesquisas, os agentes poluidores, resultantes da produção de álcool em destilarias que são a água de lavagem e o vinhoto, são produzidos em larga escala. São gastos, em média, 10 m<sup>3</sup> de água para cada tonelada de cana moída e, no caso do vinhoto, substância resultante da produção de álcool, a proporção é de 13 litros de vinhoto para um litro de álcool.

É difícil a situação de preservação das condições ambientais, na região, e o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) tem pesquisado alternativas de destinação para as águas de lavagem e para o vinhoto, para minimizar o problema, visando, inclusive, a fertilização dos canaviais.

#### 4.3 — Resultados da Análise Visual de Imagens do LANDSAT

O acompanhamento da série temporal de imagens, durante o período de nove anos (1973 a 1982), evidenciou os seguintes resultados:

— foi perfeitamente possível estudar a cultura da cana-de-açúcar em diferentes estágios do seu cultivo, ou seja, áreas de cana adulta, cana nova e cana cortada, e delimitar a grande mancha de cana-de-açúcar nas imagens. Um exemplo desta análise aparece na Figura 17.

— o crescimento da cidade de Campos, que já tinha sido verificado através da comparação das cartas antigas com as fotos, pode ser acompanhado pelas imagens em seu processo evolutivo. A expansão urbana dá-se, preferencialmente, no sentido Leste-Oeste e na margem direita do Rio Paraíba do Sul. A cidade de Campos apresenta duas linhas principais de crescimento no Setor Leste: a primeira ocorre ao longo da rodovia BR 356, com destino ao litoral, e a segunda ao longo da rodovia RJ 216, onde pequenas localidades e bairros distantes, como Bela Vista e Parque dos Goitacazes, gradativamente, tendem a pertencer a uma única mancha urbana que

## MICRORREGIÃO HOMOGÊNEA AÇUCAREIRA DE CAMPOS CANA-DE-AÇÚCAR

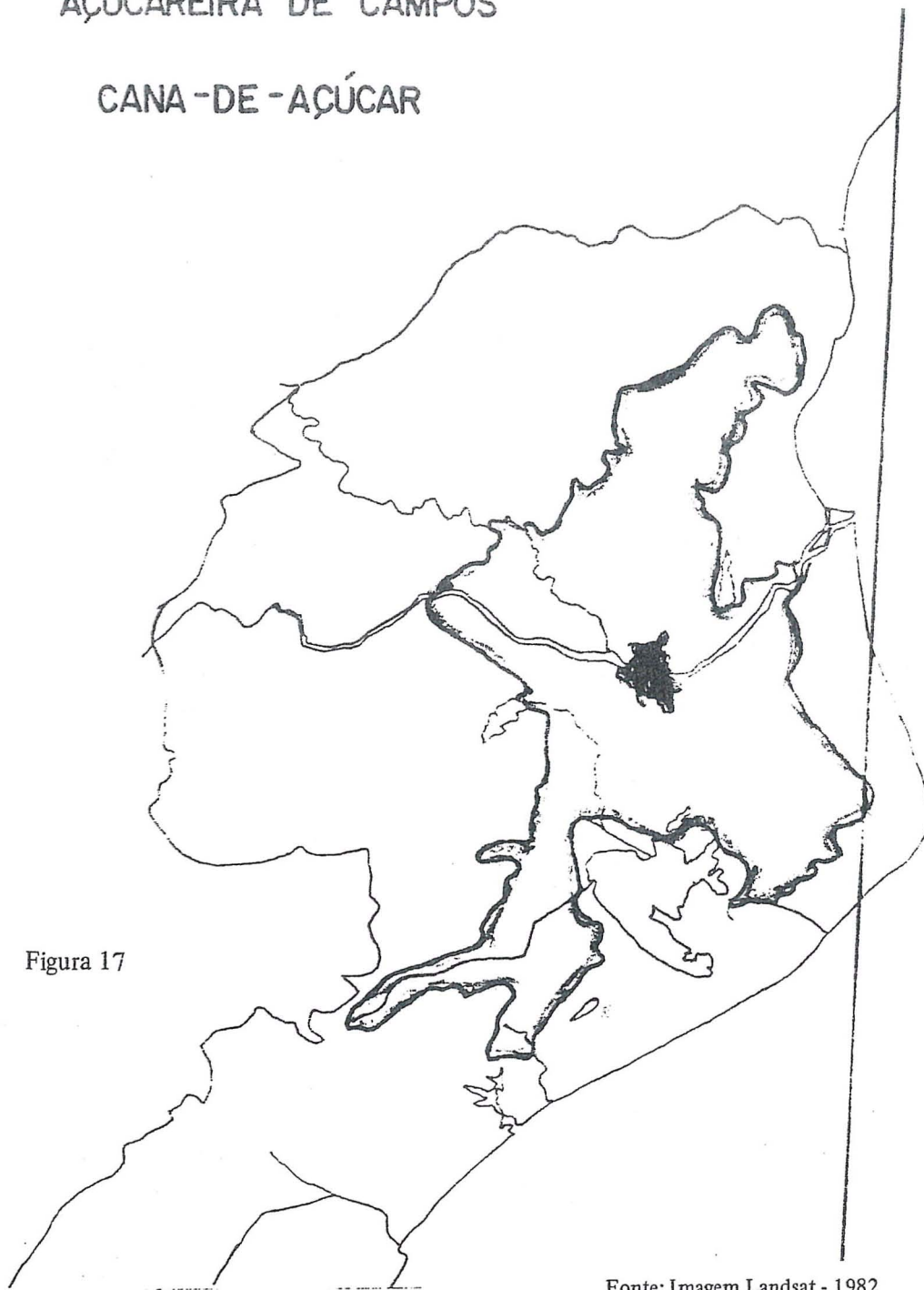


Figura 17

Fonte: Imagem Landsat - 1982  
Escala: 1:1.000.000

Elaboração cartográfica: Eliane A. da Silva

avança sobre áreas anteriormente ocupadas pela cana. A descontinuidade existente entre a área urbana de Campos e Bela Vista, em 1973, não existia mais em 1982.

O assoreamento de rios e lagoas é

grande, destacando-se da Lagoa Feia; basta comparar os resultados da fotointerpretação e da análise visual de imagens, mapeados no presente trabalho. Alguns aspectos já foram mencionados no item anterior, contudo, face ao nú-



mero de imagens utilizadas, além do assoreamento existente a Noroeste da Lagoa Feia (onde os terrenos alagados são pastagens, que aparecem em cinza médio no canal 5), viu-se outro aterro, ao Norte, nas proximidades da lagoa do Jacaré.

A canalização do Rio Uraraí, que desemboca na Lagoa Feia, avançou bastante com o aterro de 1973 para 1982 chegando a formar uma península.

Nas imagens, a partir de 1975, a Lagoa do Jacaré já estava bastante reduzida, passando a ter ligação com a Lagoa Feia, através do estreito Canal do Jacaré, presente no mapa de 1982.

A porção ao Norte da Lagoa é uma extensão natural da Baixada argilosa, com os solos mais férteis da zona canavieira. Os terrenos, após os trabalhos de drenagem, foram transformados em pastagens e, depois de bem drenados, foram transformados em canaviais, a partir de 1979. A Ilha dos Carões, antes inundada, foi aterrada; em 1975 aparecia em tom escuro, quase preto, na imagem, devido à umidade; o tom da área é mais claro em 1982, onde já existem canaviais.

Viu-se, também, nesta análise, um grande aterro a Leste, seguindo a tendência geral ocorrida nas áreas assoreadas da Lagoa Feia, tanto a Noroeste como ao Norte. Este passou a ser notável a partir de 1976, graças à observação, nas imagens, das antigas ilhas: dos Fernandes, da Lama, da Samambaia, do Capivari e dos Pássaros, mapeadas nas cartas do IBGE e que aparecem nas imagens de 1973 e 1975. Hoje não existem e grande parte desta porção Leste está ocupada com pastagens. A atividade de pecuária vem sendo diminuída na Baixada e transferida para esta região.

Percebeu-se, também, na zona aterrada da Lagoa do Jacaré, até ao Canal da Flecha (única saída da Lagoa Feia para o mar), que os brejos e terrenos sujeitos a inundação deram lugar à atividade canavieira.

A porção oeste da Lagoa Feia, onde os terrenos têm menor fertilidade, o processo de assoreamento pode ser considerado pequeno. O traçado não foi alterado. Na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, os trabalhos de drenagem, executados na faixa compreendida entre o Rio Muriaé e a Lagoa Campelo (também assoreada), têm possibilitado

a expansão dos canaviais e até das pastagens, seguindo a mesma tendência da Baixada. Inicialmente, aterram, constroem os canais e, como os terrenos ainda estão muito úmidos, são, pouco a pouco, transformados em pastagens. Depois, os mais férteis são convertidos em canaviais e os demais continuam destinados à pecuária. A Lagoa das Pedras e a Lagoa Limpa têm mantido o seu original, embora o aumento dos brejos, ao norte de cada uma delas e em alguns de seus "braços", sejam bons indicadores de um processo de colmatagem que pode ser acelerado com os trabalhos de saneamento executados nas proximidades.

O estudo da série temporal de imagens, através da análise e/ou interpretação visual, adicionou informações para a escolha da imagem que foi analisada, digitalmente, bem como da área. Escolheu-se a última, isto é, a mais recente delas, que foi a de 08/01/82.

A observação das imagens proporcionou o acompanhamento da evolução de fenômenos já mencionados e que estão em curso na Microrregião Açucareira de Campos. Comprovou-se a importância do aspecto temporal, qualidade indiscutível no acompanhamento das mudanças existentes no espaço.

Esta análise serviu de base e verdade terrestre para a Análise Digital.

Foram adotadas oito classes, na presente interpretação: cana adulta, cana nova, cana cortada, pastagens, mata, área construída, brejo, massa d'água. Este é o limete máximo de classes que o imageador discrimina por vez, isto é, em cada operação iterativa. Limitou-se o estado a estas variáveis por serem as mais significativas para a área em questão; entretanto, o programa MAXVER pode classificar mais classes se o pesquisador desejar.

Apresenta-se, a seguir, para cada área interpretada, o resultado final, obtido com esta tecnologia.

#### 4.4.1 — Região de Baixada a Sudoeste de Campos

CLASSES	NÚMEROS DE PONTOS
1—Cana adulta	72
2—Cana nova	144
3—Cana cortada	108
4—Pastagens	144
5—Mata	116
6—Área construída	108
7—Brejo	108
8—Massa d'água	56

Os números de pontos, por categoria, foram escolhidos em função da ocorrência das mesmas em termos de ocupação do espaço. A cana nova, por exemplo, apresentava, em relação aos outros tipos de cana-de-açúcar, a menor extensão de ocupação do espaço, daí a necessidade de testar mais pontos. As massas d'água eram perfeitamente nítidas, a olho nu; no vídeo apareceram, com perfeição, os rios, lagos e lagoas da área analisada, necessitando de poucas amostras.

Devido às características físicas da região da Baixada Campista, de origem flúvio-marinha, com muitos canais de irrigação, rios, brejos e lagoas, foram produzidas duas matrizes de classificação. Uma delas, com todas as oito classes, e outra, excluindo-se a variável massa d'água, com o fito de testar o desempenho da classificação MAXVER, em áreas irrigadas.

Esta área, analisada por processo digital, encontra-se na Figura 20.

De acordo com a primeira Matriz de Classificação, tem-se:

Observa-se que a cana cortada, de todas as categorias pesquisadas, foi a que

TABELA 9

LIMIAR = 5,00

	N	1	2	3	4	5	6	7
1 — Cana adulta	0,0	77,8	0,0	0,0	22,2	0,0	0,0	0,0
2 — Cana nova	2,3	0,0	97,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 — Cana cortada	0,0	0,0	0,0	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
4 — Pastagem	0,0	2,8	0,0	0,0	91,7	4,6	0,0	0,9
5 — Mata	0,0	0,0	0,0	5,2	4,3	89,7	0,0	1,7
6 — Área construída	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	94,4	0,0
7 — Brejo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	0,0	87,0

Desempenho Médio— MD = 93,3 %

Abstenção Média— AM = 0,6 %

Confusão Média— CM = 6,1 %



obteve o máximo de desempenho com este tipo de classificação, atingindo cerca de 100%; significa dizer que todos os pontos indicados ao imageador, como sendo cana cortada, foram corretamente identificados. Com relação às outras classes de cana-de-açúcar, cana nova e cana adulta, é óbvio constatar-se o grande poder de discriminação por parte do Sistema, graças aos percentuais obtidos.

A segunda melhor categoria de cana-de-açúcar ficou para a cana nova; 97,7% de seus pontos foram reconhecidos e apenas 2,3% ficaram sem qualquer classificação, como demonstra a tabela 1, na primeira coluna (N), segunda linha.

O pior desempenho de todas as categorias pesquisadas ficou para a cana adulta que, por suas características, apresenta similaridade de reflectância espectral com as pastagens, sendo esta, no valor de 22,2%. Este fenômeno também ocorreu, nas áreas canavieiras paulistas estudadas por Mendonça (1980).

Os brejos são muito disseminados na região; obtiveram 13% de confusão com a mata. Atribui-se, este fato, à existência de muitos brejos vegetação, diminuindo assim, o poder de discriminação do MAXVER em virtude da semelhança de assinatura espectral devido a proximidade das pastagens.

A mata, por sua vez, a variável de menor expressão em termos de ocorrência, no local, face à devastação da mata original, em séculos passados, apresentou baixos índices de similaridade com outras classes, sendo o maior deles com cana cortada, seguido de pastagens e, como não poderia deixar de ser, com os brejos; alcançou 89,7%, de classificação correta de áreas de mata no total.

As áreas construídas foram, também, extremamente evidenciadas, 94,4%,

apresentando, apenas, 5,6% de seus pontos: classificados como cana nova, demonstrando que, apesar de ser uma área de grande expressão em cana-de-açúcar, as áreas urbanas são bem detectadas; o contorno da cidade de Campos é um excelente exemplo; bem como as usinas (instalações), em torno das quais muitas localidades surgiram.

As pastagens não fugiram à regra, confundindo, apenas, 4,6% com mata, fato considerado normal, em trabalhos anteriores, bem como, 2,8% com cana adulta e 0,9% com brejos, graças ao alagamento de algumas áreas no verão.

Quando se utilizou a variável água, porque a Baixada apresenta inúmeros rios e canais de irrigação, houve, portanto, decréscimo na classificação; o desempenho médio torou-se inferior; passou de 93,3% para 85,2%, e o índice de confusão média aumentou de 6,1% para 14,8%, conforme a tabela abaixo, com a seguinte Matriz de Classificação.

A inclusão de classe massa d'água ocorreu a partir de estudo das principais características geomorfológicas e climáticas da região e pela importância dada à prática de irrigação nos canaviais e a observação desta matriz indica alterações no desempenho das classes.

Para a cana cortada, o MAXVER teve seu desempenho reduzido, isto é, passou de 100%, para 83,3%, sendo classificado como água 14,8% e 1,9% como sendo pasto.

No caso da água, podemos afirmar que, isto se deveu à presença de inúmeros canais de irrigação e as chuvas de verão que mantiveram o solo úmido e alagado em algumas partes.

A cana adulta teve o seu desempenho melhorado para 83,3%, continuando a ter certa similaridade com as pastagens.

Das três categorias de cana-de-açúcar, a cana nova manteve o mesmo pa-

drão; os pontos que não foram classificados na primeira matriz, agora foram encontrados como incluídos na classe de área construída 2,1% e, na classe de água, 0,7%.

As áreas construídas também mantiveram o bom nível de classificação, apresentando alguma confusão com a cana nova e surgindo, entretanto, com 2,8% de confusão com a água.

Nas áreas de pastagens, nota-se um pequeno aumento de confusão com a cana adulta (4,2%) e diminuição com os brejos para 0,7%.

O que é, realmente, interessante destacar é a inclusão da variável massa d'água onde, apenas, 50% de seus pontos foram realmente classificados e, além disso, interferiu em três categorias: 1) brejo 21,4%, fato já esperado, bastando observar as características ecológicas da área; 2) a cana cortada, porque existem canais de irrigação nos canaviais e dada a presença das chuvas de verão. Este fato demonstra a importância da hidrografia da região e recomenda-se, em estudos futuros, o emprego do programa Célula Única no canal 7, para a hidrografia, "limpando" a classificação MAXVER da influência da mesma. Esta sugestão é de extrema relevância para áreas planas, com hidrografia caótica e com sérios problemas de irrigação (na época da estiagem) e drenagem (na época das cheias). 3) As pastagens sofreram influência, não só pela proximidade de porções líquidas, como também pela existência de aterros recentes de áreas de lagoas e brejos, conforme pesquisa de campo e trabalho de fotointerpretação que, muitas vezes, são áreas que precedem a implantação de canaviais.

A cana adulta também ofereceu bons resultados, havendo alguma similaridade de reflectância com a cana cortada e com os brejos. No primeiro caso, consi-

LIMIAR 5:00

TABELA 10

	N	1	2	3	4	5	6	7	8
1 — Cana Adulto	0,0	83,3	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0
2 — Cana nova	0,0	0,0	97,2	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,7
3 — Cana cortada	0,0	0,0	0,0	83,3	1,9	0,0	0,0	0,0	14,8
4 — Pastagem	0,0	4,2	0,0	1,4	89,6	0,0	0,0	0,7	4,2
5 — Mata	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	79,3	0,0	1,7	10,3
6 — Área construída	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	93,5	0,0	2,8
7 — Brejo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	0,0	82,4	4,6
8 — Massa d'água	0,0	0,0	0,0	19,6	8,9	0,0	21,4	21,4	50,0

Desempenho Médio — MD = 85,2%

Abstenção Média — AM = 0,0%

Confusão Média — CM = 14,8%



dera-se a presença de restolhos de cana quando da colheita recente, nesta época do ano; no segundo, explica-se porque há sempre canaviais alagados no verão, época de chuvas causando prejuízos frequentes e existem canais de irrigação próximo aos canaviais e os brejos da área que se caracterizam por possuírem vegetação.

Percebe-se, através desta operação, que as alterações, não foram profundas nos resultados finais; entretanto, evidenciaram-se nuances bem distintas de outras áreas canavieiras estudadas por este método, pois os canaviais paulistas são cultivados em regiões de Planalto que não apresentam hidrografia de traçado irregular nem tantos canais de irrigação.

#### 4.4.2 — Região de Tabuleiro a Noroeste de Campos

O mesmo procedimento foi adotado para porção a Noroeste de Campos (Figuras 21, 22 e 23), quanto à seleção de pontos para serem analisados no I-100, pela classificação MAXVER, onde cada classe recebeu o número de pontos em função de sua área de ocorrência, com excessão da classe massa d'água, pois, desejava-se saber a sua influência na Análise digital, em função dos resultados anteriores.

(tab.11)

CLASSES	NÚMEROS DE PONTOS
1—Cana adulta	144
2—Cana nova	72
3—Cana cortada	72
4—Pastagem	108
5—Mata	144
6—Área construída	136
7—Brejo	72
8—Massa d'água	252

A cana nova também apresentou o melhor desempenho, nesta área, em relação às outras classes de cana-de-açúcar, com alguma confusão com as áreas construídas.

Das três categorias de cana-de-açúcar, a cana cortada alcançou o mais baixo índice de desempenho — 83,3%. Foi considerada como tendo níveis de assinatura espectral semelhantes aos da cana adulta; vale, entretanto, a explicação dada para os resultados referentes à cana adulta, já mencionada para a área Sudoeste.

As áreas construídas foram bem classificadas, apresentando pouca similaridade com a cana cortada e cerca de 5,9% dos pontos fornecidos como amostras não foram classificados, isto é, apareceram na coluna N; não eram amostras corretas.

Já as pastagens sofreram alguma influência da presença da água 9,3%, e uma pequena faixa foi considerada como área construída.

As matas, com desempenho de 90,3%, tiveram amostras perdidas para as classes: brejo e cana adulta, fato considerado normal. Este erro de omissão é verificado pela presença de vegetação, que apresenta semelhança de reflectância multiespectral.

A água, ao contrário do que foi demonstrado para as áreas de Baixada, (Figura n.º 20), foi, sem dúvida, a categoria de melhor individualização — 100%, não interferindo em qualquer outra. A matriz para esta área de Tabuleiro, com a inclusão ou não da variável água, não muda. Esta área não apresenta o mesmo tipo de relevo e nem de solo, em sua maior parte, e a rede de drenagem não é caótica como na porção Sul,

apresentando, contudo, lagoas e brejos a Sudoeste.

Pode-se dizer que esta tecnologia se presta bem a estudos de cana-de-açúcar; o desempenho, de um modo geral, foi considerado bom, e, atualmente, os técnicos do INPE, fazem testes de simulação na área com o "Thematic Mapper", de maior resolução. O emprego da Análise Digital de Dados de LANDSAT, é eficaz. Dando prosseguimento ao trabalho, mencionam-se outros resultados, sempre em analogia com as verdades terrestres, já mencionadas.

#### 4.4.3 — Microrregião Açucareira de Campos

Na realização da Classificação e/ou Análise Digital de Dados para a Microrregião, perceberam-se, de imediato, as profundas alterações para os itens classificados. Desta vez, foi empregada a mesma fita utilizada para a região situada à margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, porque já representavam amostras significativas de dados para as classes estudadas, conseguindo-se uma classificação prévia para a área, a qual foi melhorada em seu desempenho médio, de 61% para 80,4% a partir da introdução de amostras com objetivo de melhorar os índices da Análise Digital. (tabela 12).

Vê-se que o aumento da área classificada implica, ao mesmo tempo, em diminuir a escala anterior de 1:50.000 para as duas áreas, agora 1:400.000 abrangendo, praticamente, toda a Microrregião. Evidentemente, os resultados sofreram alterações, pois, à medida que a escala utilizada para a análise é diminuída, implica, automaticamente, em

TABELA 11

LIMIAR = 5,0

	N	1	2	3	4	5	6	7	8
1 — Cana adulta	0,0	89,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0
2 — Cana nova	0,0	0,0	93,1	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0
3 — Cana cortada	0,0	16,7	0,0	83,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 — Passagem	0,0	0,0	0,0	0,0	89,8	0,0	0,9	0,0	9,3
5 — Mata	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	90,3	0,0	4,9	3,5
6 — Área construída	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,1	0,0	0,0
7 — Brejo	0,0	9,7	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	89,9	0,0
8 — Massa d'água	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

Desempenho Médio — DM = 92,7%

Abstenção Média — AM = 0,8%

Confusão Média — CM = 6,5%



TABELA 12

LIMIAR: 5.0

	N	1	2	3	4	5	6	7	10
1 — Cana adulta	0,0	51,3	11,8	4,3	32,9	0,0	1,3	1,3	1,4
2 — Cana nova	0,0	10,0	40,0	6,2	11,3	1,2	28,8	2,5	0,0
3 — Cana cortada	0,0	9,5	11,9	65,5	4,8	0,0	2,4	6,0	0,0
4 — Pastagem	0,0	22,7	11,4	1,5	59,8	0,8	8,0	3,0	0,0
5 — Mata	0,6	0,6	0,6	0,6	1,7	90,0	0,0	5,1	0,0
6 — Área construída	1,7	2,5	19,2	5,8	0,0	0,0	70,0	0,8	0,0
7 — Brejo	0,0	1,4	2,1	2,8	9,0	4,2	0,7	78,5	1,4
8 — Massa d'água	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	98,1

Desempenho Médio — DM = 80,4%  
 Abstenção Média — AM = 0,2%  
 Confusão Média — CM = 19,4%

maior afastamento da resolução do sistema MSS/LANDSAT, trazendo dificuldade para a discriminação de classes como as de cana-de-açúcar, por exemplo.

O estudo da cana, a nível regional, obteve baixos resultados dentre as classes de cana-de-açúcar. O melhor resultado coube à cana cortada, 65,5%, com alguma confusão com os outros níveis de cana e com as pastagens, as áreas construídas e os brejos, pelos efeitos já explicados em itens anteriores deste capítulo.

A cana nova, bem evidenciada nas outras análises, desta vez obteve o menor índice, no caso, de 40%. As razões aventadas podem ser: a pequena extensão de área plantada com cana nova em relação ao total pesquisado, a existência de outros cultivos ao Norte da zona canavieira, o problema da semelhança de reflectância espectral. A confusão ocorrida nesta classificação com a cana adulta, a cana cortada, a pastagem, a mata e o brejo trouxe aspectos novos, pois não houve este tipo de dificuldade, anteriormente. Quanto à classe de área construída, o percentual de confusão foi de 28,8%, bem alto ao observar-se as matrizes anteriores; a cana nova realmente apresentou alguma similaridade com área construída, ou seja 2,1% na Baixada (tabela nº 10) e 6,9% no Tabuleiro.

Falando-se ainda da cana nova, deve-se considerar que a ampliação do universo (área geográfica maior) englobou áreas geomorfologicamente, diferentes como o cristalino (Nordeste) e o feixe arenoso do litoral. Este argumento também é válido para as outras classes analisadas.

No caso das pastagens, desta vez, cerca de 22,7% das amostras foram classificadas como cana adulta; nas outras matrizes de classificação a situação era inversa.

A observação da tabela 12 e da figura 24, com a foto da região classificada automaticamente, mostra os cordões arenosos situados entre a Baixada e o oceano Atlântico, como sendo área construída, porque a reflectância espectral da areia é semelhante, não se podendo, no caso, confiar no valor de 70,0%. Por outro lado, o Rio Paraíba do Sul não aparece bem individualizado (classificado), porque foi inevitável classificar a porção líquida oceânica, e o Rio, para a região estudada, é "apenas um filete"; inclusive, a água existente junto à foz, não foi classificada; acredita-se que pela existência de grande quantidade de material em suspensão.

Colocando-se as fotografias (análise digital), os "print-outs" de cada área analisada, as imagens e as cartas lado a lado, percebe-se, imediatamente, a similaridade entre os limites, por exemplo, dos canaviais, rios, lagoas e áreas construídas, graças ao relevo, em grande parte plano, com unidades geomorfológicas bem distintas na paisagem e grande expressão espacial da monocultura da cana-de-açúcar em Campos. A extrema variação do tamanho das propriedades agrícolas é outro aspecto que dificulta a aplicação de teste estatístico.

### 5.1 — Conclusões

a. Quando se trata de áreas rurais, como na Microrregião Açucareira de Campos, é fundamental que a sua variação espacial, ou seja, diferentes estágios de cultivos, venha associada à

análise espectral (pesquisada através dos canais 4, 5, 6 e 7 do MSS/LANDSAT).

- b. A densidade do cultivo da cana-de-açúcar e sua distribuição espacial, bem como a presença de inúmeros canais de irrigação na Baixada, são fatores importantes que influenciam as características espectrais no caso do estudo do cultivo.
- c. Os canaviais da Zona da Baixada, em Campos, aparecem bem individualizados nas imagens estudadas, principalmente, em relação aos Tabuleiros ao Norte de Campos, por se apresentarem estes últimos, em tonalidades mais escuras, indicando diferenças de reflectância espectral, face às diferenças pedológicas, geomorfológicas, de condições de umidade e de relevo.
- d. O aumento da área estudada mostrou a dificuldade da classificação em discriminar melhor: a cana adulta, a cana nova, a cana cortada, a pastagem e área construída, elementos da organização do espaço da Região; são classes que apresentam semelhanças de respostas espectrais e também ficaram mais sujeitas à resolução do sistema MSS/LANDSAT. O aumento da área física implicou, também, em abrangência de outras unidades geomorfológicas.
- e. A mata, o brejo e a massa d'água foram bem visíveis em quaisquer escalas das Interpretações, bem como a Cidade de Campos; seus limites são nítidos. Estas classes foram discrimi-



---

nadas através do MAXVER, provando que determinados alvos captados pelo MSS/LANDSAT não estão limitados a escalas.

- f. Este estudo do Uso da Terra através da Fotointerpretação, da Análise Visual e da Análise Digital de imagens possibilitou a caracterização do espaço geográfico da Microrregião Açucareira de Campos.
- g. As comparações entre as pesquisas de campo, as fotografias aéreas, as cartas e as imagens evidenciaram as tendências do Uso da Terra na Região, além de servirem como verdades terrestres para a Análise Digital.
- h. Assim, compreende-se que a Análise Digital deve ser realizada por pesquisador com conhecimento prévio da área, a nível regional. Sua contribuição ao estudo do espaço é inegável e de grande valor, coadjuvada por pesquisa realizada sobre mapas, car-

- O emprego desta técnica é válido e ela deve ser aplicada para outras áreas rurais.
- Os percentuais de amostras de cana adulta que foram confundidas, especialmente, com pastagens, verificados nesta dissertação, podem sugerir modificações no MAXVER.
- É recomendável, em trabalhos futuros, a utilização das imagens do "Thematic Mapper" (Mapeador Temático) que já se encontram disponíveis no INPE, visto que sua resolução é de 30 metros.
- Recomenda-se o emprego das análises visual e digital de imagens de satélite LANDSAT, em Cartografia, tanto no mapeamento temático quanto na atualização do mapeamento sistemático (cartas topográficas) que dão suporte às diversas pesquisas realizadas no espaço geográfico.

tas, fotografias aéreas, imagens e observações de campo, servindo de base a um quadro de referência real para todos aqueles que se preocupam com o espaço, quer sejam engenheiros cartógrafos, geógrafos ou outros profissionais.

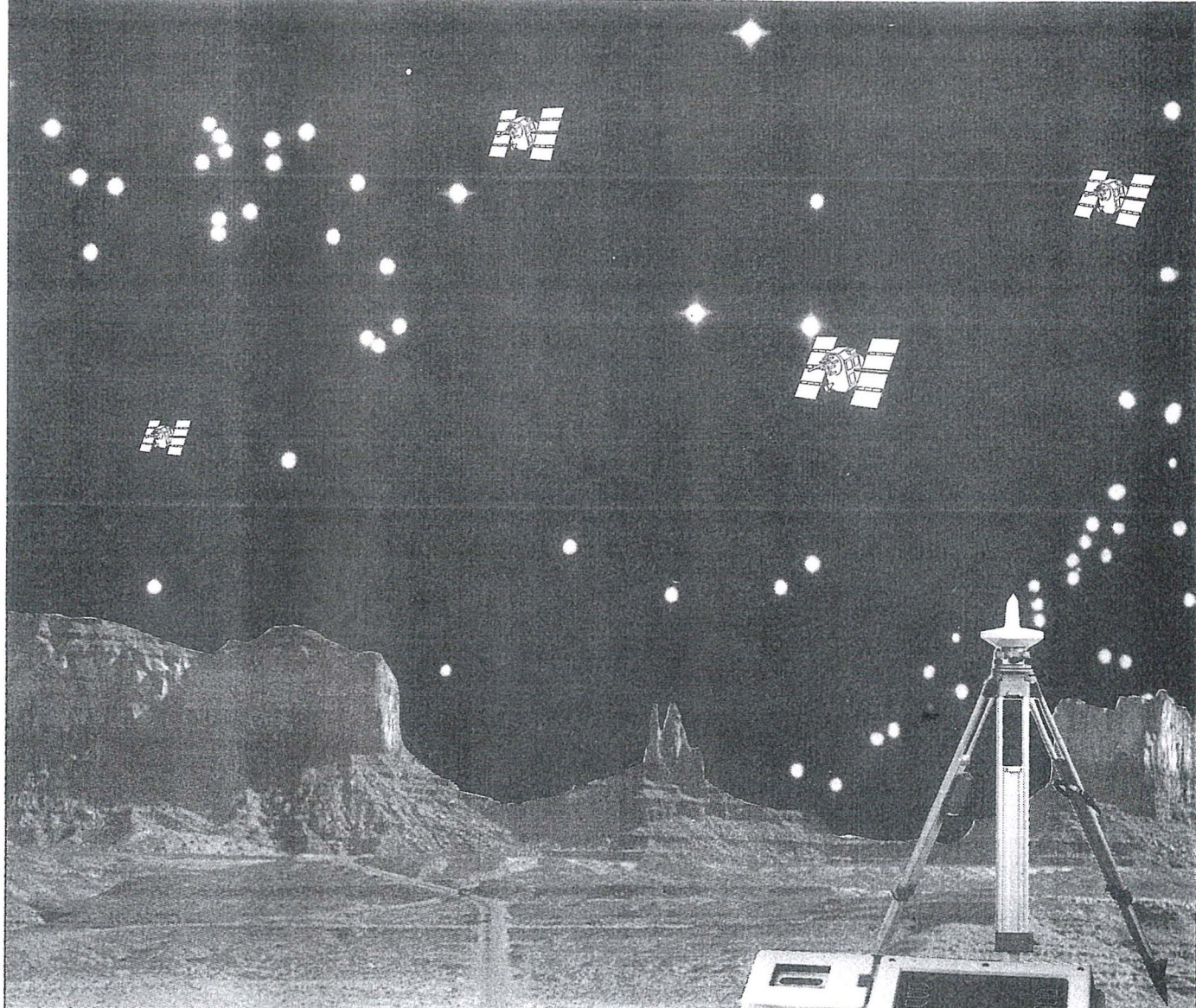
## 5.2 — Recomendações

Recomenda-se o emprego de outras classificações para melhorar o desempenho desta técnica para a área, principalmente na Baixada, devido à presença da água, no sentido de minimizar a sua influência.

- A Análise Digital de imagens do LANDSAT, quando realizada para áreas de terreno movimentado e para regiões policultivadas, apresenta restrições e exige maior controle de campo; pode-se fazer esta extrapolação, visto, que, houve problemas de semelhança de respostas espectrais na Região de Campos, onde predomina o cultivo da cana-de-açúcar.



# AGORA COM WM 101 PODEMOS RECEBER OS MAIS PRECISOS DADOS DO ESPAÇO.



Para determinar posições com precisão centimétrica.

Em qualquer ponto da terra, dia e noite. Sem  
visibilidade entre as duas estações.  
Independente de chuva, nevoeiro, calor ou frio.

O equipamento WM 101 é considerado um grande avanço no caminho do desenvolvimento da Geodésia, pois duas Empresas, a WILD HEERBRUGG e a MAGNAVOX uniram suas grandes experiências. A primeira, fabricante de instrumentos e a segunda, pioneira em geodésia de satélites. O receptor portátil pode receber sinais de até nove satélites NAVSTAR do GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS).

Um pacote de programas diversificados (POPS-SOFTWARE) transforma estes sinais em dados geodésicos, calculados no sistema de referência internacional WGS ou em outros sistemas nacionais e locais. As exigentes tarefas de posicionamento e levantamento, não poderiam ser solucionadas com o sistema WM 101 de maneira mais racional e econômica?

Com satisfação, colocamos à disposição de V.Sas. documentação sobre o WM-101.

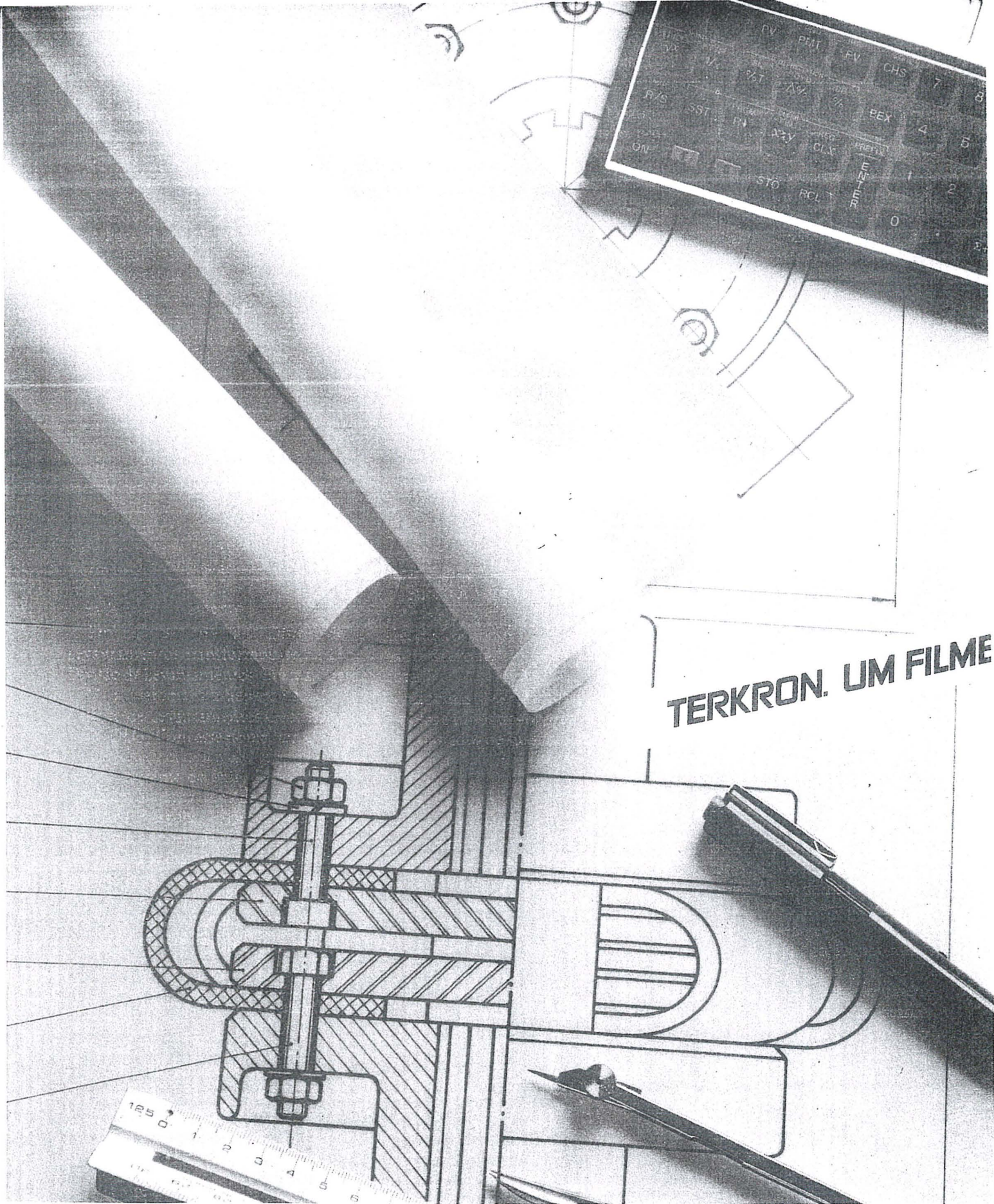


Matriz: Rua Santa Ifigênia, 89 - 2º andar - 01207 - São Paulo-SP - Tel. (011) 228-2760  
Filial: Rua Campos Sales, 135 - 20270 - Rio de Janeiro-RJ - Tel. (021) 284-9893

G 91 96

## WILD HEERBRUGG





**TERKRON. UM FILME**

*Estamos procurando uma estrela da área de projetos para trabalhar com o nosso filme.*

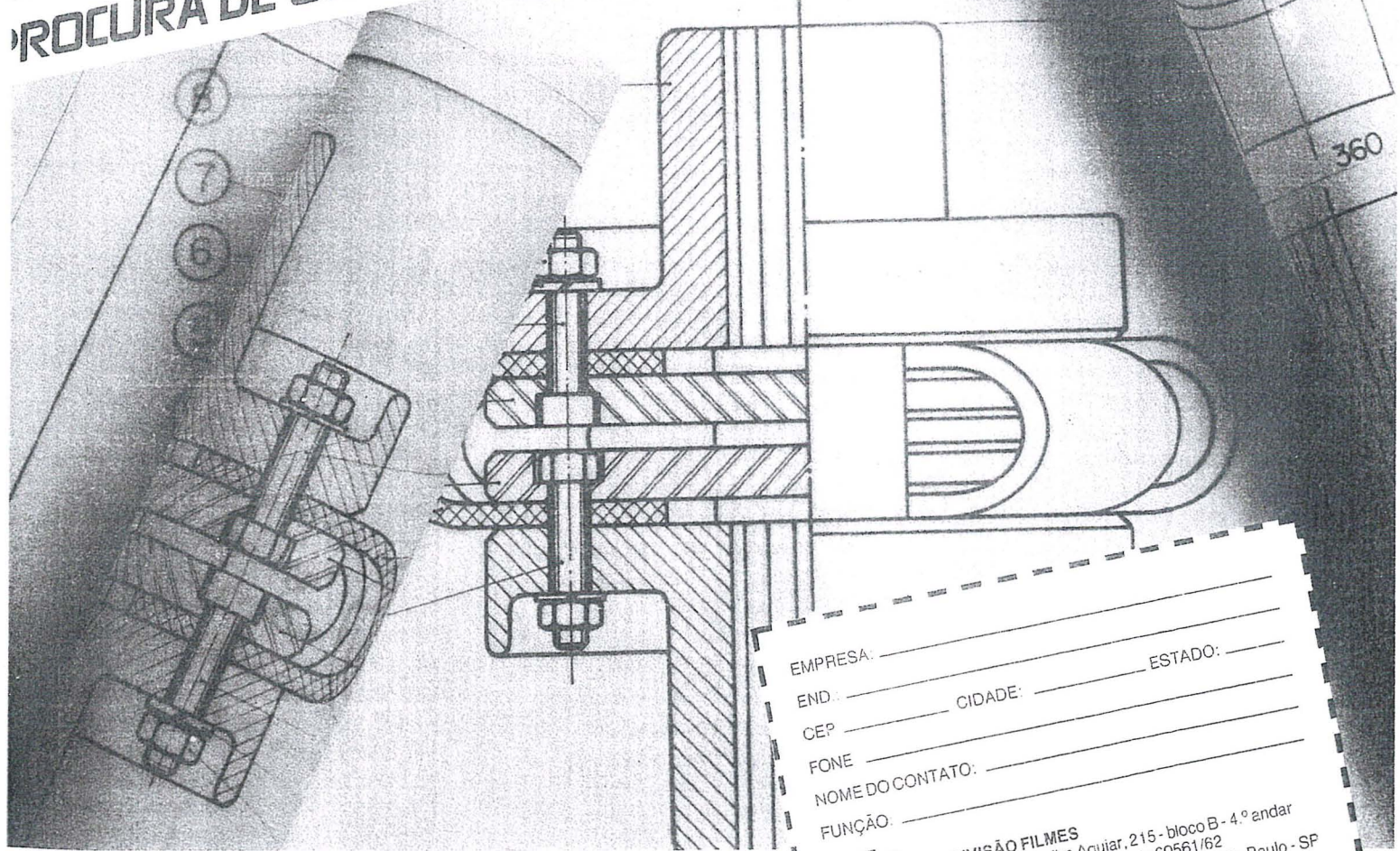
*Sabe quem é essa estrela? Você. Que sabe o quanto vale uma boa idéia, um bom projeto. Que exige o máximo de precisão no seu trabalho. Que odiaria ver um projeto seu amassado, rasgado, ou mesmo mal copiado.*

*E sabe por que queremos falar com você? Para lhe dar todas as dicas e segredos da utilização do poliéster Terkron para desenho ou cópias. Para lhe mostrar a melhor maneira de explorar todas*






PROCURA DE UMA ESTRELA.



EMPRESA: \_\_\_\_\_  
END: \_\_\_\_\_ CIDADE: \_\_\_\_\_ ESTADO: \_\_\_\_\_  
CEP: \_\_\_\_\_  
FONE: \_\_\_\_\_  
NOME DO CONTATO: \_\_\_\_\_  
FUNÇÃO: \_\_\_\_\_

 **DIVISÃO FILMES**  
Av. Maria Coelho Aguiar, 215 - bloco B - 4.º andar  
CEP 05805 - Caixas Postais 60561/62  
Telex (011) 24391 - Fone 545-3940 - São Paulo - SP

as qualidades de Terkron D e S (estabilidade dimensional, resistência, possibilidades de correção até nas cópias etc.).  
Por isso, entre em contato conosco, através do cupom deste anúncio, ou pelo telefone **545-3940**. Você vai começar a receber amostras, manual completo de utilização de Terkron D e S e todas as novidades que apareçam sobre Terkron. E sempre que quiser faça perguntas, dê a sua opinião ou faça sugestões. Estamos aqui exatamente para isso. Queremos que estrelas como você brilhem cada vez mais. E que usem o nosso filme para um sucesso cada vez maior.

**TERKRON**



## Homenagem ao Prof. Dr. Eduard Dolezal

Ao completar a Sociedade Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto o seu 75º aniversário, a Universidade Técnica de Viena fez realizar, no dia 08 de outubro de 1985, um festival em comemoração à fundação da referida sociedade.

Na ocasião, foi, calorosamente, homenageada a eminente figura do Prof. Dr. Eduard Dolezal, fundador da ISPRS, em 1910.

O Prof. Dolezal, nascido em 02 de março de 1862, em Budivitz, (próximo a Znaim, na Moravia), viveu a maior parte de sua vida em Viena onde estudou na Escola Real e na Universidade Técnica de Viena. Em 1894 fez uma conferência sobre Fotogrametria intitulada "Aplicação da Fotografia à Prática de Levantamentos".

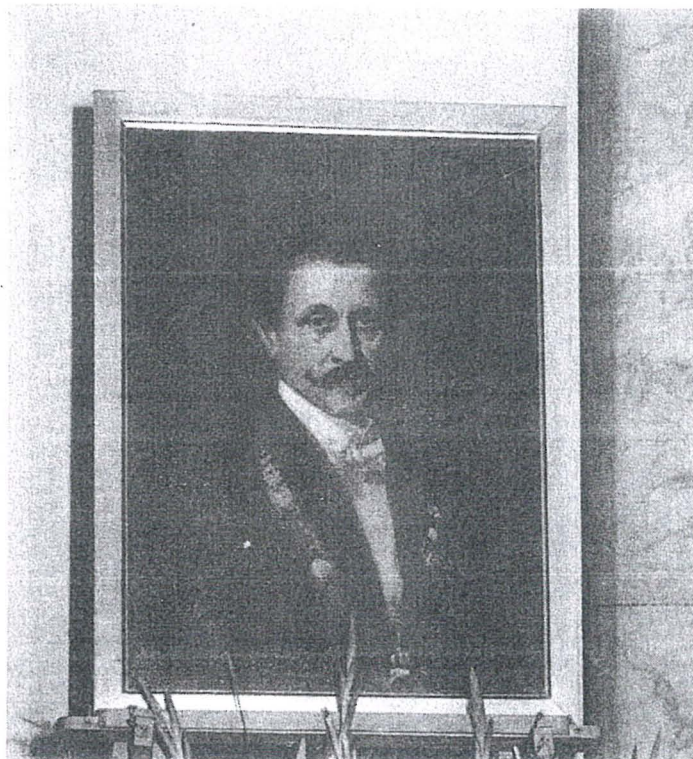
Em 1896, aceitou a posição de instrutor na Universidade em que estudou, sendo promovido a professor, em 1905, da cadeira de Geometria Prática, posteriormente tornando-se Diretor da Faculdade de Engenharia e, mais tarde, eleito Reitor da mesma Universidade.

Em 1907, fundou a primeira sociedade, de fotogrametria do mundo a Sociedade Austríaca de Fotogrametria que, em 1908, publicou seu próprio periódico ao qual foi dado o nome de Arquivos Internacionais de Fotogrametria. Em 1923 já haviam sido publicados 6 volumes desse arquivo cujo volume 25, relativo ao XV Congresso Internacional, realizado no Rio, em 1984, compõe-se de 10 livros com mais de 5.000 páginas!

Dolezal fundou a ISPRS em 1910 e em 1937 a sociedade contava com 20 membros. Hoje, são 73 os países membros da ISPRS.

A Sociedade, assim que fundada, preocupou-se com a realização de congressos internacionais e o primeiro deles teve lugar em Viena, no ano de 1913, reunindo cerca de 300 participantes.

Como estudante pobre que foi, Dolezal preocupou-se com aqueles de idênticas condições criando a "Associação de Assistência aos Estudantes Aplicados e Necessitados" a qual existe até a presente data e em razão do que, recebeu dos



seus membros o honorífico título de "Pai dos Estudantes Pobres".

O Prof. Dolezal foi cumulado com inúmeras honrarias tais como o título de doutor "honoris causa" conferido por 4 universidades, a presidência de honra de 6 associações e o título de membro honorário de outras 13, sendo membro correspondente de 3 academias de ciências.

Durante as homenagens de 08 de outubro, usaram da palavra o atual reitor da Universidade, Prof. Kemmerling, como anfitrião, o presidente da Associação Austríaca de Levantamentos — Dr. Günter-Schuster, o Prof. Dr. h.c. mult. K. Rinner, da Universidade de Graz e o Prof. Dr. G. Konecny, atual presidente da ISPRS.

O Brasil esteve representado nessa memorável festa da Fotogrametria pelo Engº Vinzenz Poelsler, também austríaco mas, residente no Brasil há 47 anos para onde veio como instrutor da Casa Zeiss em Aerofotogrametria.

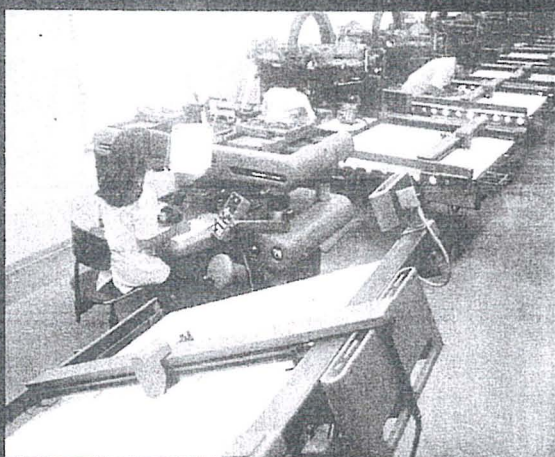
Supreendente é saber que o Prof. Dr. Dolezal em seu discurso de posse como

Reitor da Universidade Técnica de Viena, intitulado "A Importância da Arte de Realizar Medições em Fotografias", mencionou um grande número de aplicações práticas da Fotogrametria, tais como, nos levantamentos topográficos, nos planos de proteção contra enchentes e avalanches, no planejamento de ferrovias, na preservação de monumentos, na arqueologia, na astronomia, nos levantamentos florestais, na geografia, na geologia, na documentação dos movimentos humanos, na restituição de imagens raios X, além de se referir ao estudo dos movimentos na atmosfera, (levantamento das nuvens) e até à aeronáutica que vaticinou ser uma eventualidade que poderia ocorrer em futuro muito próximo.

Falecido em 1955, Dolezal, durante seus 93 anos de vida previu desenvolvimentos da Fotogrametria que teve a satisfação de ver concretizados antes de seu desaparecimento.

Que belo exemplo nos legou este fotogrametrista que afirmava ser a fotogrametria o seu grande amor.



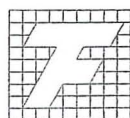


## TERRAFOTO

# 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  
Telex (011) 32089



---

---

## Código de Ética Ambiental para Engenheiros

Aprovado pela X Assembléia Geral da Federação Mundial de Organizações de Engenheiros, realizada em Nova Delhi, Índia em novembro de 1985.

Com um convencimento claro e firme de que a permanência e gozo do homem no seu planeta dependerá do cuidado e proteção que exerça sobre o ambiente, se estabelecem os seguintes princípios:

Quando desenvolver qualquer atividade profissional:

1. Põe toda a tua capacidade, coragem e entusiasmo no sentido de obter, além de resultados tecnicamente satisfatórios, uma boa contribuição a um meio ambiente são e melhor para todos os homens, tanto em espaços abertos como no interior de edifícios.
2. Esforça-te por conseguir os objetivos benéficos de teu trabalho, utilizando o menor consumo possível de matérias-primas e energia, com a menor produção de resíduos.
3. Discute principalmente sobre as conseqüências de tuas propostas e ações diretas ou indiretas, imediatas ou a longo prazo, no que concerne à saúde humana, à equidade e estabilidade social e aos sistemas de valores locais ou regionais.
4. Estuda cuidadosamente o ambiente que será afetado, avalia os impactos e danos que possam sobrevir, na estrutura, dinâmica e estética dos ecossistemas envolvidos, urbanizados ou naturais, inclusive o meio sócio-econômico, e seleciona a melhor alternativa que contribua para um desenvolvimento ambiental são e sustentável.
5. Tem sempre em mente que os princípios de interdependência, diversidade, manutenção, recuperação de recursos e harmonia inter-relacional dos ecossistemas foram as bases da continuidade de nossa existência e que cada uma dessas bases possui um limite de sustentação que não deverá ser transposto.
6. Promove um claro entendimento das ações requeridas, para melhorar, conservar e restaurar o ambiente que possa ser alterado, e as inclui nas tuas propostas.
7. Rejeita quaisquer encomendas de trabalhos que impliquem em danos injustos para o ambiente humano e a natureza, e procura negociar no sentido da melhor solução social e politicamente possível.



AO PLANEJAR SEUS EMPREENDIMENTOS USE A EXPERIÊNCIA DA

# L A S A



DESDE 1947 NO BRASIL E NO EXTERIOR

**LASA**

ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S.A.

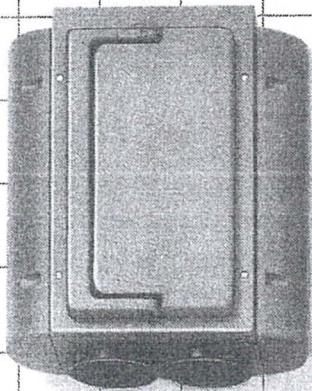


AV. ALMIRANTE FRONTIN 381  
RAMOS-21030-RIO DE JANEIRO-RJ  
TEL: (021) 290-5212  
TELEX: 021-21400 LASA-BR

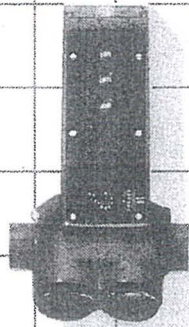


*Ampliar sem problemas!*

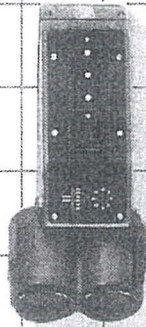
*Com sistema modular para geodesia da Wild Heerbrugg*



DI20



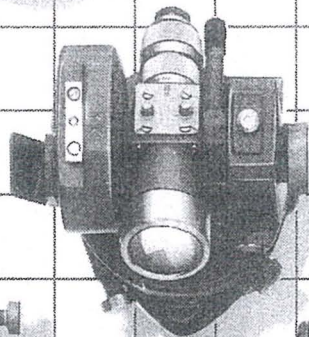
DI4L



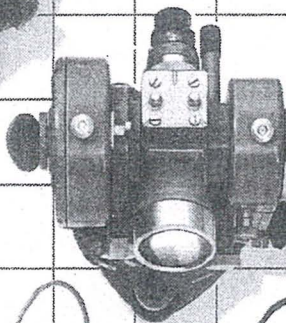
DI5



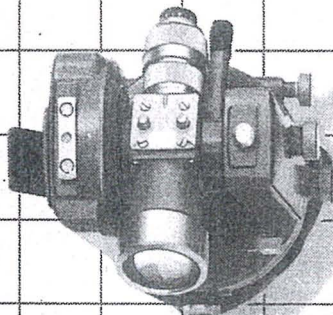
DI1000



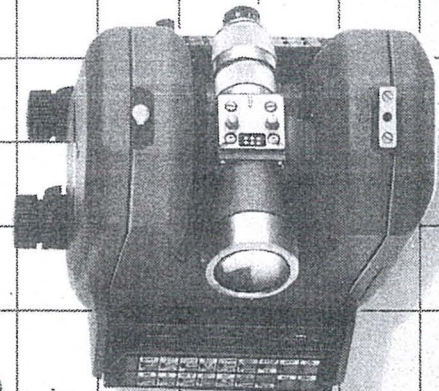
T1



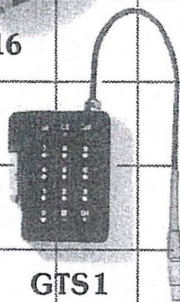
T2



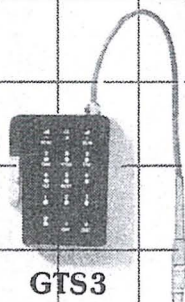
T16



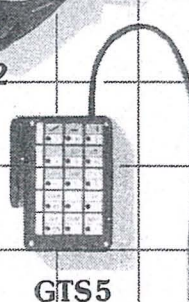
T2000



GTS1



GTS3



GTS5



GRE3

Possui um Teodolito Ótico WILD, T1, T16, T2, ou já um Teodolito informático WILD T2000? Então dispõe em qualquer caso, uma pedra angular do Sistema de medição WILD.

Se comprar, por exemplo, um novo DISTOMAT, o conceito modular WILD garante a compatibilidade do mesmo, com todos os teodolitos WILD. Desta maneira, pode adaptar seu equipamento de medição sempre ao mais novo avanço técnico.

Isto significa para o usuário:

- Custos de amortização mínimos graças a uma modernização progressiva de seu equipamento.

- Um sistema de medição concebido de maneira ótima para seu ramo de aplicações.
- Mais flexibilidade nas tarefas diárias de medição.

Se desejar mais informações, entre em contato conosco:



Favor enviar-me documentação sobre Sistema Modular WILD  
 Nome: ..... Empresa: .....  
 Endereço: ..... Cidade: .....  
 Remeter para: Wild Brasil Instrumental Técnico Ltda.  
 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**



# O Estado atual da Geodésia

Ten. Cel. Marcos Aurélio de Lacerda

## Introdução

A partir da segunda guerra mundial, a geodésia entrou, verdadeiramente, numa nova era, levando-se em consideração, principalmente, o emprego de métodos eletrônicos, quer nas medidas, quer nos cálculos, diminuindo, assim, de maneira considerável, o tempo gasto em trabalhos de campo e no cálculo das operações geodésicas.

O desenvolvimento da gravimetria e a retomada de antigos métodos astronômicos proporcionaram ricos e valiosíssimos elementos que, somados aos anteriores, vieram abrir novos horizontes, em consonância com o permanente estudo da forma da terra.

A conquista dos espaços oceânicos, quer pela interligação que, continuamente, se ampliam em alcance, quer pela possibilidade de observação gravimétrica no mar, veio confirmar a posse de elementos que representam o globo terrestre em sua totalidade e não apenas as porções isoladas dos continentes.

## Métodos Eletrônicos de Medição de Distâncias

A introdução dos métodos eletrônicos, durante a 2ª guerra mundial, foi uma verdadeira revolução para as aplicações práticas das radiações eletromagnéticas em microondas.

Essas radiações são utilizadas segundo dois princípios:

- 1) medida do tempo gasto no percurso;
- 2) comparação, num percurso de ida e volta, das fases da oscilação da onda, de emissão e de retorno.

No primeiro caso, podemos enquadrar o método SHORAN que se presta para avaliação de grandes distâncias, pela simples medição do tempo decorrido, dando origem à trilateração.

No segundo caso é característica o TELURÔMETRO.

Um dos aparelhos emite uma onda contínua que é recebida pelo segundo aparelho.

O DISTOMAT — DISTANCIÔMETRO ELETRÔNICO SOBRE TEODOLITO, tem entre suas aplicações mais usuais: medição trigonométrica de alturas; levantamentos cadastrais; construções industriais; teleféricos; oleodutos; medições em galerias e minas a céu aberto; medições em poços de grande profundidade; construção de canais, diques, obras portuárias. Dentre os teodolitos que servem de suporte ao Distanciômetro podemos citar o T1A, o T16 e o T2.

Na X Reunião Pan-Americana de consulta sobre cartografia, durante a VIII Assembléia Geral do Instituto Pan-Americano de Geografia e História (IPGH), o Comitê de Geodésia da Comissão de Cartografia adotou a seguinte conclusão:

— os instrumentos eletroóticos são adequados para a medição de bases. Os instrumentos de microondas serão aceitos para poligonação, trilateração e determinação da escala da triangulação na medição de figuras completas, entretanto, não serão aceitos para medição de bases, nem para lados individuais.

— TELURÔMETRO — Instrumento

destinado a medições precisas de distâncias em levantamentos topográficos. Seu inventor é T.L. WADLEY do South African Institute for Scientific and Industrial Research. O primeiro aparelho foi construído em 1957 e teve a designação de MRA-1. Neste instrumento, cada aparelho do par tinha uma missão específica: uma unidade principal (Master) e a outra unidade secundária (Remote).

O modelo seguinte, designado por MRA-2, tinha as unidades intercambiáveis, isto é, mediante uma pequena chave, a unidade principal passava a secundária, e vice-versa.

Este modelo, fabricado em 1960, tinha, sobre o MRA-1, grandes vantagens, mas ambos eram dotados de um tubo cinescópico onde eram feitas as leituras do tempo decorrido entre a emissão e a recepção da onda.

## Os Métodos Radioelétricos

As emissões rádioelétricas podem ser de dois tipos:

- de impulso;
- de onda contínua.

Há duas categorias quanto ao modo de utilizar o aparelho:

- lugar geométrico circular;
- lugar geométrico hiperbólico;

Na circular, o aparelho mede as distâncias do ponto-estação, até dois ou mais pontos, obtendo-se a interseção segundo arcos de círculos;



Na hiperbólica, mede-se a diferença das distâncias, posicionando-se a estação num ramo da hipérbole.

O Shoran e o Loran são de impulsos, sendo o primeiro do tipo circular e o segundo do tipo hiperbólico. Já o Decca é hiperbólico de onda contínua.

Nesses três tipos de aparelhos acima citados, são medidas grandes distâncias que se prestam, no caso do "Shoran", às trilaterações geodésicas e no "Loran" e no "Decca", à navegação aérea ou marítima.

### As Ligações Intercontinentais

Apesar do grande avanço tecnológico, o alcance dos métodos radioelétricos é ainda absolutamente insuficiente para estabelecer adequadas ligações intercontinentais, pois só através de distâncias menores que 1.000 km têm eles eficácia.

O método astro-geodésico pode conectar todos os pontos de uma massa terrestre para configurar um sistema de posicionamento geodésico consistente, mas não pode alcançar a superfície dos mares, a menos que as áreas de terra estejam próximas. Isto só pode acontecer utilizando a geodésia por satélites.

Existem diferentes tipos de técnicas com satélites, alguns medem principalmente as direções e outros as distâncias.

### As Direções com Satélite

Nos sistemas geométrico-óticos com satélites, o satélite em movimento é fotografado tendo como fundo um campo de estrelas. Utilizando-se duas estações terrenas A e B, simultaneamente, estas sinalizam o par de direções AS e BS correspondentes a diferentes posições do satélite. Estes múltiplos pares de direções determinam os diferentes planos que passam pela desconhecida reta AB, de modo que se possa calcular a direção, desde uma estação conhecida A até uma estação desconhecida B.

Repetindo esta determinação das direções, desde estações conhecidas até as desconhecidas, pode-se estabelecer uma

rede de estações comparáveis a uma gigantesca rede de triangulação.

### DIREÇÕES COM SATÉLITES

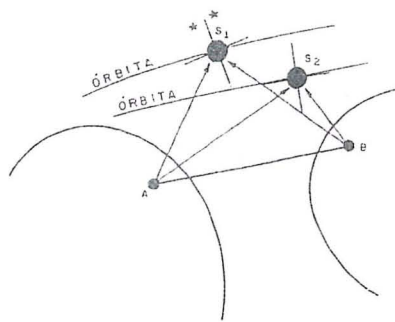


Fig. (1)

### Distâncias com Satélite (SECOR)

O sistema SECOR determina a posição de um satélite mediante a medição simultânea de três distâncias a partir de três estações terrestres conhecidas:  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ .

Aplica-se, também, a condição inversa, ou seja, a partir de três posições conhecidas do satélite  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , pode-se determinar uma estação terrestre desconhecida, em relação a elas. Logo, tem-se condições de calcular a posição em relação às estações terrestres conhecidas.

Isto pode ser comparado a uma trilateração a três dimensões.

### DISTÂNCIAS COM SATÉLITE (SECOR)

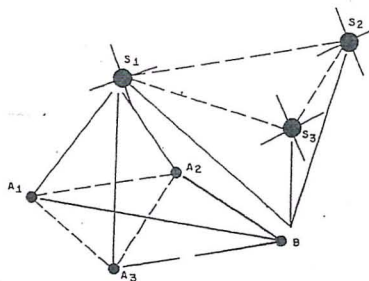


Fig. (2)

### Posições Geocêntricas com Satélite (DOPPLER)

Em um sistema dinâmico de satélite para determinar-se a órbita do satélite, primeiramente, utilizam-se as equações do movimento que relacionam a posição do mesmo com o centro da Terra; e incluem-se as perturbações orbitais devidas ao campo gravitacional terrestre irregular.

Um dos tipos de sistemas dinâmicos com satélite denomina-se DOPPLER. Este efeito, assim chamado, em homenagem ao físico austríaco CHRISTIAN DOPPLER obedece ao mesmo princípio pelo qual, a sirene de uma ambulância, tem um som mais alto quando se aproxima e vai diminuindo à medida que se distancia.

Os satélites transmitem três tipos de informações, as quais são recebidas pelo receptores comerciais:

- frequências estáveis a partir das quais se mede a variação DOPPLER;
- sinais horários correspondentes aos minutos pares da escala de tempo universal;
- parâmetros orbitais, que fornecem a posição do satélite para o instante de cada sinal horário.

Mediante o rastreamento de muitos satélites, a posição P, no terreno, está relacionada com suas órbitas, assim como o centro da Terra, obtendo-se as coordenadas geocêntricas.

### POSICÕES, GEOCÊNTRICAS COM SATÉLITE (DOPPLER)

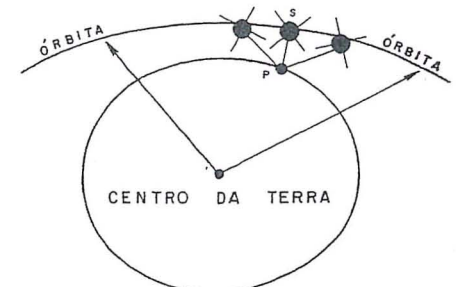


Fig. (3)



Caso dois pontos da terra estejam relacionados com o mesmo sistema de coordenadas geocêntricas, pode-se obter a posição relativa de um em relação ao outro.

### Plataforma Continental

A necessidade de se determinar, com precisão, a posição de um ponto, prolongou-se da terra até os oceanos, isto devido ao aumento da capacidade técnica das operações submarinas causadas pela exploração dos recursos naturais da plataforma continental.

Os limites internacionais de soberania têm sido estabelecidos em conferências patrocinadas pelas Nações Unidas, mediante a aplicação dos princípios e procedimentos baseados em distâncias medidas desde a costa mais próxima.

Mais difícil que o posicionamento dos pontos no oceano, é o problema da recuperação confiável destas posições. Recentemente, posicionou-se a primeira marca geodésica no oceano.

A possibilidade de se posicionar marcas e relacioná-las com a posição que se

deseja, dará um grande impulso no avanço e confiabilidade do posicionamento dos pontos e a recuperação dos mesmos nos oceanos.

### Sistema de Navegação Hipérbólica

Usam-se diversos métodos de navegação para se determinar a posição dos barcos no mar. O método mais antigo é o da navegação astronômica, onde se obtém a posição mediante a observação do sol e das estrelas.

A determinação da longitude foi o problema mais difícil, desde a antiguidade, até que se pôde conseguir um cronômetro portátil, confiável, desenhado no século XVIII.

O cronômetro é usado para determinar a posição astronômica e solar do barco no mar.

A navegação estimada é uma forma de não se perder a distância e as direções navegadas desde que se saiu do ponto.

Atualmente, os satélites para o rastreamento DOPPLER são usados em co-

nexão com um sistema de estações de rastreamento (TRANET).

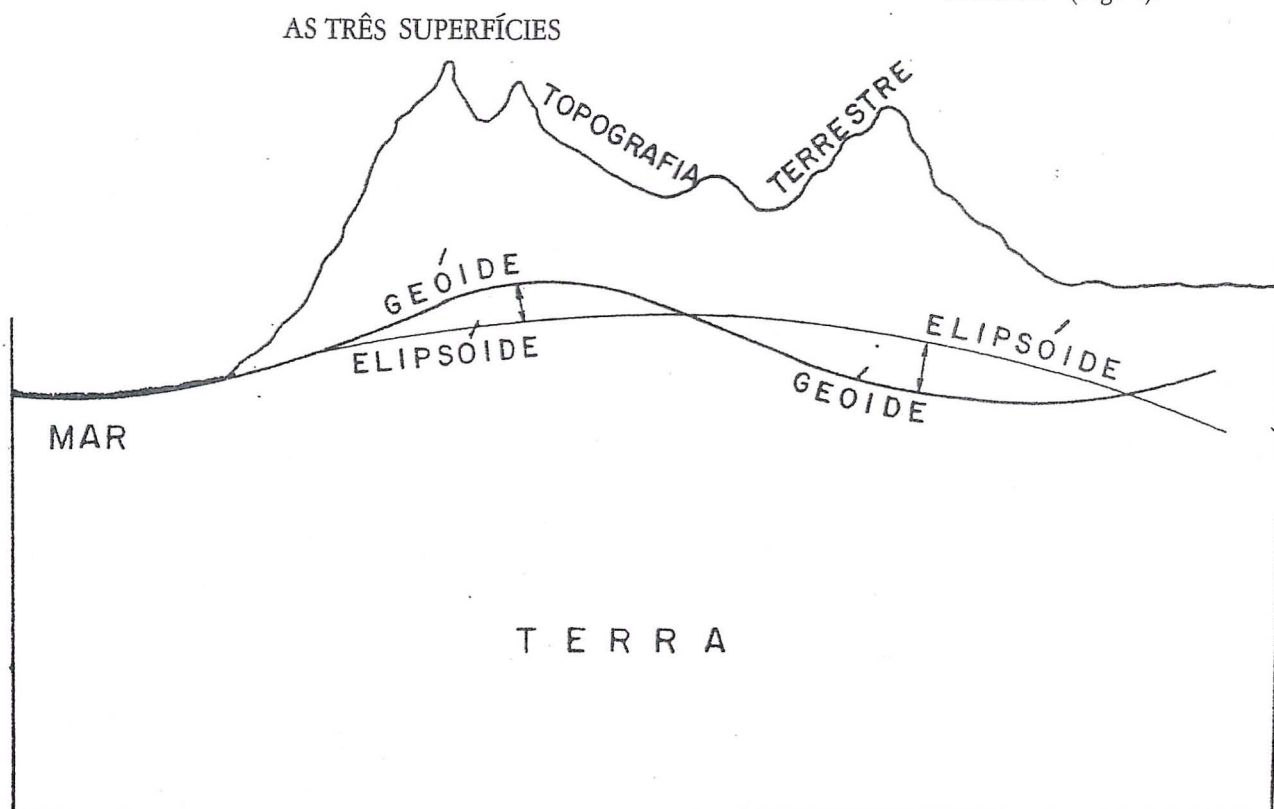
As mais comuns das técnicas eletrônicas, atualmente existentes, que estabelecem a posição de barcos e aeronaves com referência a estações costeiras, são os sistemas hiperbólicos (LORAN, DECCA, OMEGA).

### A Forma da Terra

Os estudos sobre a forma e as dimensões do corpo terrestre, permitem um modelo terrestre uniforme e homogêneo, como uma esfera, ou mais usualmente, um elipsóide.

Neste estudo, incluem-se não só as redes geodésicas que compreendem os grandes arcos que abrangem todos os continentes e em vésperas de possíveis interligações, mas também, as numerosas observações de anomalias da gravidade que facultam, de modo independente, a definição da forma da terra.

A força da gravidade mantém a água sobre a terra, assim como nossos pés pregados ao solo, evitando "cairmos no vácuo". Aproximadamente, 3/4 da superfície terrestre está coberta pelos oceanos. A superfície nivelada que coincide com o nível médio do mar, chama-se "GEÓIDE" (Fig. 4).





Outras superfícies semelhantes podem ser imaginadas para qualquer elevação; por exemplo, a superfície dos lagos nas montanhas.

#### A Carta do Geóide

O problema da forma da Terra que ainda no início do século XX consistia na procura de um elipsóide que melhor se adaptasse ao geóide, passou, francamente, à fase da definição do geóide, ou melhor, das anomalias do geóide, tendo como referência um elipsóide fundamental.

Para objetivar essa definição, traçam-se as cartas do geóide à luz da clássica representação do modelado terrestre, por meio de curvas de nível. Essas cartas apresentam linhas que unem os pontos de iguais discrepâncias entre o geóide e o elipsóide. A carta geoidal do Brasil apresenta valores considerados ainda aproximados, já que, existem poucas determinações gravimétricas e geodésicas que possibilitem a obtenção de resultados mais acurados.

A figura abaixo, mostra um exemplo de carta geoidal para o continente Sul-Americano.

#### Bibliografia

- 1 — Instituto Pan-Americano de Geografia e História, Normas para o Estabelecimento de Controle Geodésico Fundamental, Utilizando Instrumento Eletromagnéticos para a Medição de Distâncias, 1972.
- 2 — Brasil, Diretoria de Serviço Geográfico, Anuário, 1957.

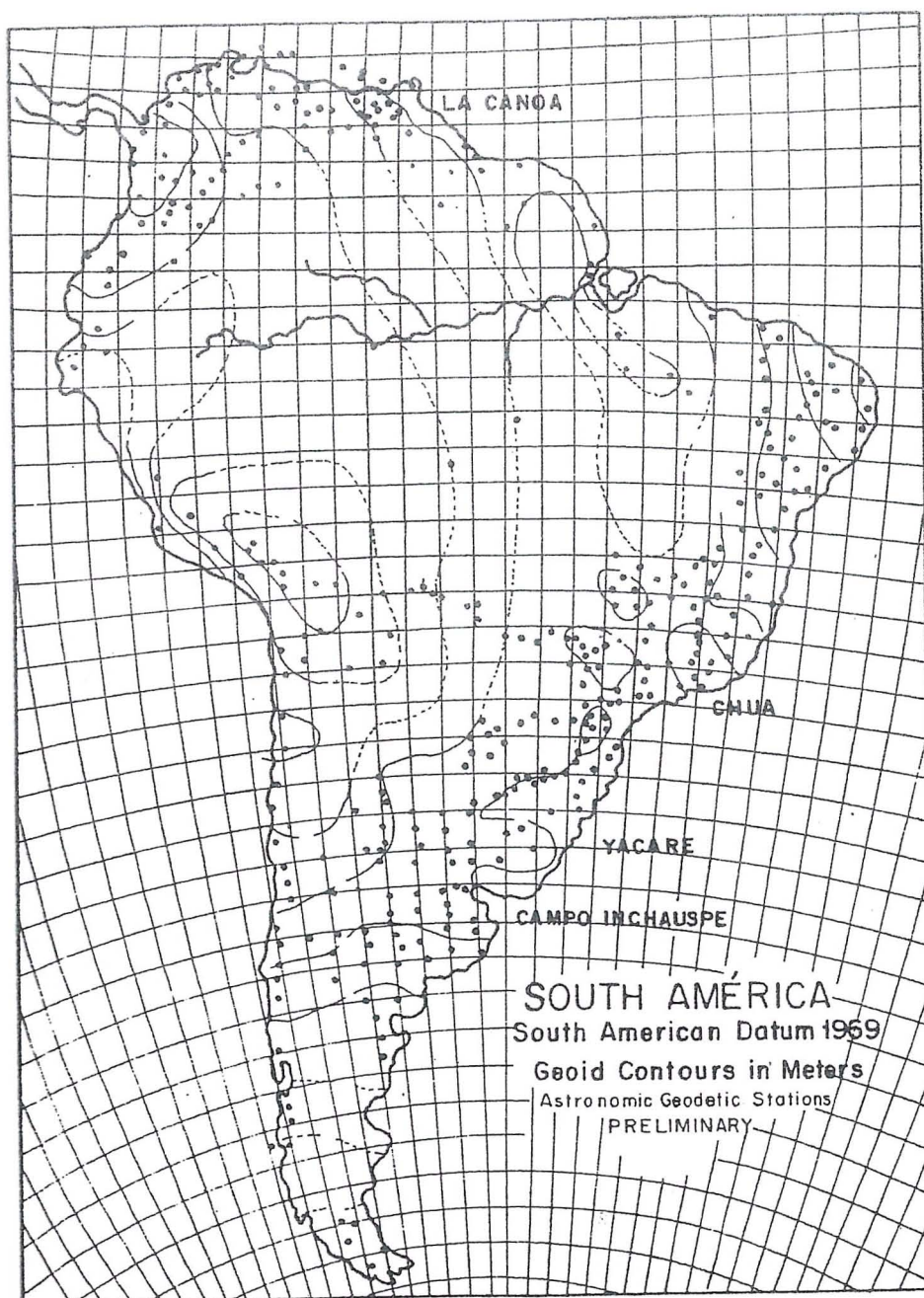


Fig. - 05





# 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.



*Através de um trabalho de campo de extrema simplicidade e rapidez, a Geodata realiza trabalhos de medição geodésica de alta precisão, mesmo em áreas desprovidas de apoio geodésico fundamental, monitorando os 5 satélites do Sistema Transit, que se encontram em órbita a cerca de 1.000 Km da Terra.*

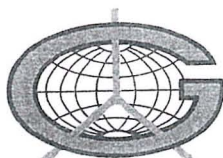
*Por meio desse sistema, a Geodata tem aplicado sua avançada tecnologia em diferentes setores na batalha do desenvolvimento. Na construção de estradas. Na exploração mineral. Na Agrimensura. Na Geografia Política. Na Aerofotogrametria. Na regularização fundiária.*

*Seja qual for o objeto de sua aplicação, a Geodata está pronta a realizar levantamentos geodésicos de precisão.*

*Consulte-nos.*

*Nossa tecnologia de vanguarda está a seu dispor.*

**Para obter coordenadas de um ponto com precisão de 3 metros, a Geodata colhe informações a 1.000 km da Terra.**



**G E O D A T A**

Levantamentos Geodésicos S.A.  
Rua Alfredo Pinto, 3305-Caixa Postal: 391  
Fone: (041) 282-5222/Telex: (041) 5435  
CEP.: 83.100-São José dos Pinhais-Paraná-Brasil





# 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".

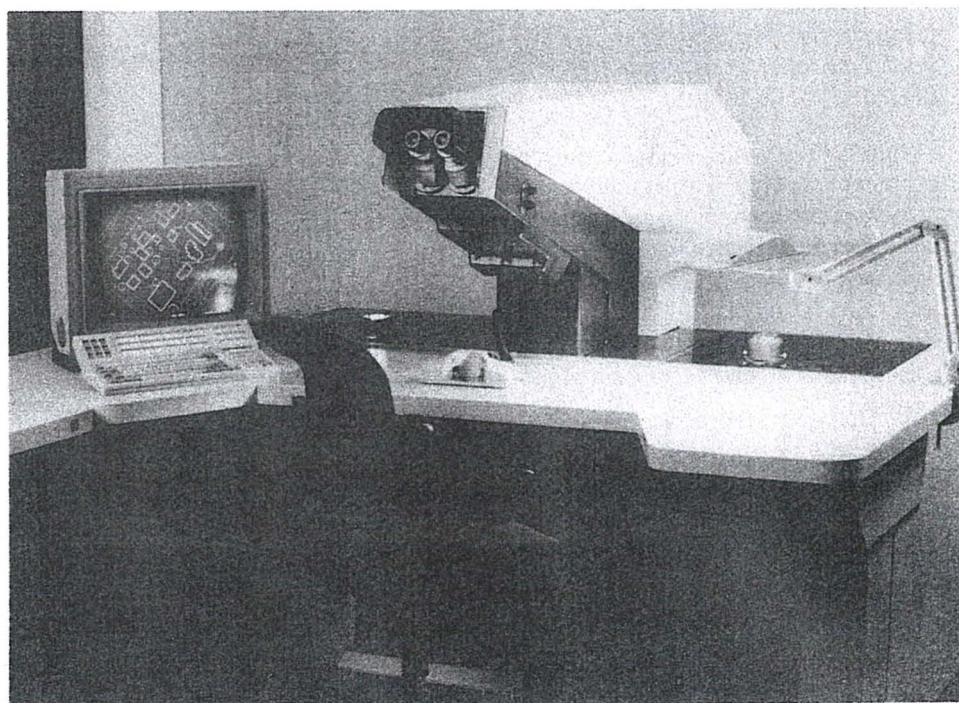
Os dados podem vir das mais diversas fontes, incluindo estereoplotters, teodolitos eletrônicos, mapas já existentes, planilhas de campo, imagens de satélites, ou dados em outros formatos digitais.

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 fôr 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



# CINQUENTA ANOS DE IBGE A GEODÉSIA E A CARTOGRAFIA (1936 — 1986)

Eng.º Mauro Pereira de Mello

Os historiadores apontam as guerras napoleônicas como balisadoras do processo evolutivo das tecnologias geodésicas e cartográficas, considerando que o sucesso das campanhas militares, então empreendidas, deveu-se, em grande parte, à disponibilidade de conhecimentos e documentos cartográficos que permitiram a visão adequada do terreno e a análise das correlações existentes entre os fatos naturais e sociais, nas regiões em que tiveram lugar.

A partir de então, a cartografia deixou de ser preocupação de algumas poucas instituições acadêmicas, abandonando-se a idéia de que os cartógrafos fossem ilustradores e desenhistas. Ganhou corpo a valorização dos mapas como elementos imprescindíveis à correta ordenação social, enquanto instrumentos para se planejar a atuação dos organismos públicos. A cartografia passou a receber enfoque nacional e a ser um problema de governo.

No Brasil, as preocupações com o mapeamento do espaço territorial ganharam destaque ao final do século passado, no segundo império, com a criação da *Comissão Geral da Carta do Império*, subordinada ao Estado-Maior do Exército. Modelo administrativo calcado na cultura francesa, que à época era predominante.

O acervo de trabalhos recebidos pela República foi inexpressivo, estando os resultados da atuação no segundo império restritos a levantamentos geodésicos esparsos, nas fronteiras do Rio Grande do Sul com o Uruguai. Ao início do sé-

culo vinte foi criada a *Comissão da Carta Geral do Brasil* que, à semelhança do modelo imperial, foi subordinada ao Estado-Maior do Exército.

A revolução de 1930, com o redirecionamento do desenvolvimento nacional, encontrou um país desconhecido do ponto de vista cartográfico. Os documentos então disponíveis, eram de baixa qualidade ou então correspondiam a esforços isolados de alguns estados como o de São Paulo, o de Minas Gerais e o do Rio de Janeiro. A Comissão da Carta Geral do Brasil, transformada em Serviço Geográfico do Exército, atuava no Rio Grande do Sul, concentrando-se na implantação de uma rede geodésica planimétrica (triangulação) e uma altimétrica (nivelamento geométrico), sem possibilidade de estender suas atividades para outras áreas do país.

O único documento cartográfico que representava o espaço territorial brasileiro, de forma contínua e homogênea, tinha sido elaborado pelo Clube de Engenharia por ocasião das comemorações do centenário da Independência. Constituído por um conjunto de folhas articuladas, na escala de 1:1.000.000, e denominado Carta do Brasil ao Milionésimo. A documentação apresentava imperfeições acentuadas, fruto do processo de compilação calcado em documentos das mais diferentes origens e qualidade duvidosa. Era o que se podia realizar então.

A situação das Estatísticas no país, na mesma ocasião, não se apresentava melhor. Desde a criação da Diretoria Geral de Estatística, em 1872, buscava-se

o estabelecimento de um Sistema Estatístico Nacional atuante e capaz de proceder aos levantamentos necessários à descrição da vida brasileira.

Dentre as dificuldades para se atender às aspirações do Sistema Estatístico, certamente a disponibilidade de documentos cartográficos confiáveis era uma das mais críticas, a ponto de em 1932, o Dr. Teixeira de Freitas atendendo solicitação do Ministério da Educação ter apresentado anteprojeto de lei para “ordenação dos Serviços de Estatística no país” em que, dentre as premissas básicas, destacava:

- A aproximação e congregação dos serviços de estatística e cartografia;
- A federalização dos serviços estatísticos brasileiros em um sistema “*sui generis*” — o Instituto Nacional de Estatística e Cartografia;...

A criação do Instituto Nacional de Estatística, em 1934, deflagrou o processo de fusão das atividades estatísticas e cartográficas, a partir do reconhecimento de que sem uma documentação cartográfica adequada os levantamentos estatísticos estariam fadados ao insucesso. Destarte, somente a 29.05.1936, veio o Instituto a ser instalado, como o início dos trabalhos da Convenção Nacional de Estatística, preocupando-se o legislador em caracterizar a importância da Cartografia para os trabalhos estatísticos, prevendo na Cláusula 13ª do Capítulo III da Convenção — regulada pelo Decreto nº 1022, de 11 de agosto de 1936 — “a centralização, para fins de síntese nacional, na Diretoria de Estatística da Produção do Ministério da Agricultura, dos



trabalhos de Cartografia Geográfica necessários à Estatística." Tais trabalhos seriam realizados em colaboração com os governos estaduais, por órgãos dos serviços técnicos competentes, fossem de Engenharia em geral, fossem especializados em Geografia ou Cartografia, filiados ou não ao Instituto Nacional de Estatística.

Outro passo decisivo foi dado em 1937, quando da instituição do Conselho Brasileiro de Geografia através do decreto n.º 1527, de 24.03.1937. Em janeiro do ano seguinte, através do decreto n.º 218, o Instituto Nacional de Estatística e o Conselho Brasileiro de Geografia foram incorporados ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, com os nomes de Conselho Nacional de Geografia e Conselho Nacional de Estatística.

Através do decreto n.º 237, de 02.02.1938, foram estabelecidas as normas para a realização do Recenseamento Geral de 1940, atribuindo-se ao Conselho Nacional de Geografia a tarefa de atualização da Carta do Brasil ao Milionésimo, de 1922, com o objetivo de apoiar os levantamentos estatísticos que teriam lugar em 1940.

Os trabalhos foram iniciados a partir da compilação dos documentos cartográficos então existentes, oriundos de órgãos estaduais e do Serviço Geográfico do Exército. A documentação mostrou-se deficiente, inúmeras cidades e vilas não apresentavam suas posições geográficas (latitude e longitude) conhecidas. Na tentativa de solucionar esse problema, encetou-se campanhas de observações astronômicas, buscando-se a "Determinação das Coordenadas das Cidades e Vilas", primeiro projeto em que o IBGE incursionava no campo da Geodésia.

Outra determinação, expressa no decreto n.º 237, dizia respeito à elaboração do Atlas Estatístico Corográfico, a ser constituído por uma coleção de mapas dos municípios brasileiros; empreendimento para cuja execução as restrições anteriormente apontadas condicionavam fortemente o sucesso.

Os compromissos atribuídos e assumidos pelo IBGE, decorrentes da já citada Convenção Nacional de Estatística e legislação posterior, conduziram à emissão de Resoluções da Assembléa

Geral do Conselho Nacional de Estatística, que convergiram para o estabelecimento do decreto-lei n.º 311, de 02.03.1938, que sistematizou e definiu as categorias da Divisão Administrativa em âmbito nacional, obrigando inclusive, os municípios a apresentarem os mapas de seus territórios ao Conselho Nacional de Geografia.

Em 1940, pela primeira vez na história da Estatística Brasileira, o censo pôde apresentar a coleta e as tabulações referidas a uma base cartográfica sistematizada, pelo menos quanto às categorias administrativas: Municipais e Distritais — Cidades e Vilas.

Evidentemente que em tão pouco espaço de tempo não ficaram solucionadas as deficiências da documentação cartográfica, contudo o momento representou um marco decisivo para a Cartografia Nacional. Era à primeira vez que, com enfoque sistêmico e extensão nacional, equacionava-se o problema cartográfico, e resultados foram atingidos, demonstrando que a perseverança, a motivação por algo maior e a canalização adequada de recursos humanos e financeiros, poderiam dar respostas eficazes para o conhecimento do espaço territorial brasileiro. Os acontecimentos vinculados à Segunda Grande Guerra, na década de quarenta, começaram a exigir documentação cartográfica de qualidade no protuberante nordestino, para onde dirigiram-se os esforços do Serviço Geográfico do Exército, com a elaboração das folhas da carta topográfica na escala de 1:100.000.

A experiência acumulada pelo IBGE e a continuidade dos trabalhos após o Recenseamento Geral de 1940, não foram abandonadas. Em 1944, através do Decreto-Lei n.º 6826, era criado o Serviço de Geografia e Cartografia, como órgão central do Conselho Nacional de Geografia, sendo-lhe atribuída a execução de trabalhos geográficos, cartográficos e fotogramétricos, na busca da adequada representação do território. Com o país preocupado e imerso no conflito mundial, reconhecia-se a importância da cartografia para toda a administração pública, e o IBGE era convocado a contribuir para o processo de modernização da sociedade brasileira.

Em maio de 1944, o IBGE iniciava o estabelecimento do Sistema Geodésico

Brasileiro, orientado por enfoque sistêmico, com a medição da base de Goiânia. No mês seguinte foram iniciados os trabalhos de medição angular.

Em agosto de 1945, procederam-se às primeiras observações astronômicas de 1ª ordem e, em outubro, teve início a atividade de nivelamento geométrico, ponto inicial da rede altimétrica que integra o Sistema Geodésico Brasileiro.

Em 1946 tiveram início os trabalhos de mapeamento em escala topográfica de 1:250.000, no vale do Rio São Francisco, em território da *Bahia*.

Ressalte-se que o envolvimento do IBGE nas atividades de Geodésia e Cartografia não se deu sem dificuldades, sendo a principal o recrutamento de pessoal especializado. A campanha de coordenadas iniciada em 1938 pôde ser realizada graças ao esforço do Engenheiro e eminente astrônomo Allyrio Hugueney de Mattos, então Professor catedrático da Escola Nacional de Engenharia e Astrônomo do Observatório Nacional do Rio de Janeiro. A visão do Prof. Allyrio permitiu a formação de um quadro de pessoal, inicialmente, recrutado junto aos governos estaduais, em que se destacou o Engenheiro Dalmy Alvares Rodrigues de Souza, de *Minas Gerais*. Ao valor individual dos dois Engenheiros se deve o início dos trabalhos geodésicos.

O crescimento da atuação do IBGE em campos antes reservados para o Serviço Geográfico do Exército, não se deu sem conflitos entre as instituições, o que pode ser considerado salutar pelos frutos decorrentes. Em 1946, baixa o governo federal o Decreto-Lei n.º 9.210, que disciplinou e normatizou a atuação dos órgãos federais nos campos da Geodésia e da Cartografia. Ao IBGE foram incumbidas as atribuições normativas para os documentos em escala inferior a 1.250.000 e o estabelecimento do Sistema Geodésico Brasileiro.

A consolidação da geodésia e cartografia procedeu-se ao sabor dos anos, inúmeras foram as restrições impostas, de origem as mais diversas, sendo crônica as relativas a recursos humanos e financeiros. O reconhecimento por todos os segmentos da nação deu-se na medida da excelência e eficácia que sempre caracterizaram os documentos cartográficos elaborados pelo IBGE.



Contudo, o processo evolutivo não foi sustado, uma organização sobrevive na medida que for capaz de se atualizar e adequar seus meios ao atendimento de novas solicitações, inclusive aquelas decorrentes dos avanços tecnológicos.

Os primeiros anos da década de sessenta assinalam a modernização da geodésia e cartografia do IBGE, estruturando e consolidando-se a linha de instrumentos fotogramétricos e, em consequência, inicia-se a produção de folhas da carta de 1:100.000 e 1:50.000, até então não trabalhadas pela instituição.

A motivação principal para engajamento do IBGE em tais atividades se deu com a disponibilidade de fotografias aéreas, na escala de 1:60.000, obtidas pela "United States Air Force — USAF", em convênio com o governo brasileiro, ao abrigo do Acordo Cartográfico Brasil-Estados Unidos, firmado e aprovado pelo Congresso Nacional em 1962.

A inserção de novas tecnologias e a aquisição de instrumental avançado, processou-se em ritmo lento a partir dos anos sessenta, as condicionantes crônicas se faziam presentes, mas não a ponto de obstaculizar a evolução e modernização, embora as dimensões ciclópicas do país exigissem respostas mais rápidas, impossíveis de serem dadas na medida das restrições.

Com a passagem do IBGE para o regime de Fundação, através da Lei nº 5.878, de 11.05.1973, a geodésia e cartografia ganharam novas dimensões, tendo no art. 2º ficado garantida a real dimensão dessas áreas na enunciação dos objetivos da Fundação:

*"Constitui objetivo básico do IBGE assegurar a produção e análise de informações estatísticas, geográficas, cartográficas, geodésicas, demográficas, sócio-econômicas, de recursos naturais e de condições do meio-ambiente, inclusive poluição, necessárias ao conhecimento da realidade física, econômica e social do País, em seus aspectos considerados essenciais ao planejamento econômico e social e à segurança nacional."*

O Decreto-Lei nº 74.084, de 20.05.1974, que instituiu o Plano Geral de Informações Estatísticas e Geográ-

ficas, veio explicitar a atuação da Fundação nas áreas de Geodésia e Cartografia, atribuindo, através do item IV do anexo ao decreto:

#### “IV — ATIVIDADES CARTOGRÁFICAS

##### 1. LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS

1.1 — Triangulação Geodésica de Precisão de 1ª Ordem.

a) Segundo prioridades estabelecidas;  
b) Cobrindo áreas específicas do Território Nacional.

1.2 — Poligonais de Precisão de 1ª Ordem.

a) Segundo prioridades estabelecidas;  
b) Cobrindo áreas específicas e integrando a rede de 1ª ordem.

1.3 — Estações estabelecidas pelo rastreamento de satélites artificiais.

a) Segundo prioridades estabelecidas;  
b) Cobrindo áreas específicas e integrando a rede de 1ª ordem.

1.4 — Triangulação ou Poligonização Secundária.

a) Segundo prioridades estabelecidas.  
b) Em apoio a trabalhos do mapeamento topográfico.

1.5 — Redes de Nivelamento de Precisão de 1ª Ordem.

a) Em concordância com as medições de 1ª ordem realizadas;  
b) Em áreas específicas.

1.6 — Redes Secundárias de Nivelamento.

a) Em apoio ao mapeamento topográfico;  
b) Em áreas específicas.

##### 2. TRABALHOS CARTOGRÁFICOS

2.1 — Mapeamento com Escalas Topográficas (1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000)

a) Segundo prioridades estabelecidas;  
b) Em áreas específicas.

2.2 — Mapas e Cartas em Escalas Geográficas Gerais e Especiais.

a) Atualizações periódicas;  
b) Segundo programação específica.

2.3 — Mapas do Brasil em diferentes escalas (1:5.000.000, 1:2.500.000 e outras)

a) Atualização periódica;  
b) Segundo programação específica.

2.4 — Mapas Temáticos.

a) Segundo prioridades estabelecidas;  
b) Focalizando aspectos físicos, sócio-

econômicos, recursos naturais, poluição e outros.

2.5 — Mapeamento com Base no Sensoriamento Remoto.

2.5.1 — Com imagens tomadas de satélites;

2.5.2 — Com imagens tomadas de aeronaves;

2.5.3 — Com imagens tomadas por outros meios.”

Na colimação dos objetivos legalmente previstos, o IBGE em atendimento à representação do território nacional, e em caráter informativo, passou a produzir:

— Cartas Gerais que proporcionam informações genéricas, de uso não particularizado;

— Cartas Especiais que registram informações específicas, de interesse a uma única classe de usuários;

— Cartas Temáticas que apresentam um ou mais fenômenos específicos, servindo à representação dimensional apenas para situar o tema.

A produção de documentos cartográficos obedece à seguinte linha de ação, segundo a escala da representação gráfica:

— Cartas Gerais:

— 1:1.000.000 — Carta Internacional do Mundo ao milionésimo;

— 1:250.000 — em duas séries, uma com base no método fotogramétrico e outra nos processos de compilação;

— 1:100.000 — Mapeamento Sistemático;

— 1:50.000 — Mapeamento Sistemático;

— 1:25.000 — Mapeamento Sistemático;

— Mapas Estaduais;

— Mapas do Brasil:

— 1:2.500.000 • Político • Físico

— 1:5.000.000 • Político • Físico • Escolar.

— Cartas Especiais:

— 1:1.000.000 — CAM — Carta Aeronáutica Mundial;

— 1:250.000 — CAP — Carta Aeronáutica de Pilotagem.

— Cartas Temáticas:

— Mapas Murais Diversos.

— Outras formas de representação:

— Mosaicos;



- Ortofotocartas;
- Atlas.

Cumpra esclarecer, também, que o IBGE passou a colaborar com inúmeras instituições públicas, federais e estaduais, executando, mediante o estabelecimento de convênios, projetos específicos de interesse nacional.

Ainda na década de setenta, mais precisamente no ano de 1977, a Presidência da República aprovando Exposição de Motivos da COCAR/SEPLAN, criou o Programa de Dinamização da Cartografia, dando novo alento para a modernização do instrumental e permitindo ao IBGE, no segundo semestre de 1978 e primeiro de 1979, adquirir os equipamentos e instrumentos que possibilitaram o redimensionamento das linhas de trabalho da Geodésia e Cartografia, também ampliadas em recursos humanos com a contratação de pessoal, em reposição às aposentadorias que até então vinham ocorrendo sem merecerem os cuidados de recomplemento dos quadros, em função de restrições orçamentárias.

Sob o peso da tradição, consolidada pela seriedade e excelência dos resultados alcançados, e diante dos recursos injetados pelo Programa de Dinamização da Cartografia, é que se tem caracterizada a atuação do IBGE nessas áreas de conhecimento ao longo dos últimos anos, ratificando-se a inscrição do BRASIL no rol dos países que produzem documentos cartográficos precisos e de notável apresentação gráfica.

*Eng.º José Clóvis Mota de Alencar —  
Chefe do DLG/CE*

Em fins de 1944, o então Conselho Nacional de Geografia — CNG, órgão integrante do IBGE, recebeu a incumbência de mapear a Região Carbonífera de Santa Catarina, localizada no sul daquele Estado.

Para o atendimento dessa tarefa, desenvolveu-se, inicialmente, uma cadeia de Triangulação ao longo do Meridiano de 49°.

Quando a medição angular já estava bem adiantada e após ter sido medida a primeira base, o Coordenador de Cartografia do CNG, Prof. Alyrio Huguey de Mattos, resolveu criar, sob a Chefia do Engenheiro Honório Beserra, a

Seção de Nivelamento DC/SNi, com a atribuição do controle altimétrico do Projeto.

Em 13 de outubro de 1945, a DC/SNi iniciava os seus trabalhos dando partida na Rede Altimétrica Fundamental Brasileira que hoje já ultrapassou a marca dos 130 mil quilômetros, nivelados e contranivelados, o que dobra esse quantitativo e equivale a 6,6 vezes a volta da Terra, em torno do Equador, *a pé* e com paradas a cada 50 metros.

Naquela data, próximo às cidades de Criciúma e Uruçanga, duas turmas de nivelamento partiram da RN1-A, localizada no Distrito de Cocal, Município de Uruçanga. Integravam essas equipes os Engenheiros Péricles Sales Freire, Guarany Cabral de Lavor, Helvídio Zeferino de Souza Parga e José Clóvis Mota de Alencar.

O instrumental disponível constituía-se de dois níveis ZEISS e dois pares de mira, de mesma fabricação, emprestados pela Escola Nacional de Engenharia e pelo Departamento de Produção Mineral.

A precariedade dos veículos utilizados e a inexperiência dos operadores e porta-miras, submetidos a uma autêntica auto-aprendizagem, causaram, nos primeiros meses, lentidão do desempenho da atividade.

Após um ano, a Rede de Nivelamento já se estendia desde a localidade de Rocinha, na divisa com o Rio Grande do Sul, até a cidade de Florianópolis, formando quatro (4) circuitos, num total de 785 km.

Somente após a conexão da Rede de Nivelamento com o Marégrafo de Torres, RS, em dezembro de 1946, foi possível calcular as altitudes do trabalho anteriormente executados, tomando como plano fundamental o nível médio do mar, fornecido pelo mencionado marégrafo. O Datum Altimétrico então adotado teria que ser provisório, uma vez que o Marégrafo de Torres, instalado pela antiga Comissão de Carta Geral do Brasil, funcionou precariamente, com apenas um ano de observações, de fevereiro de 1919 a fevereiro de 1920.

Em 1958, o Datum Altimétrico Brasileiro passou a ser referido ao marégrafo de Imbituba, SC, que na época já contava com 9 anos de funcionamento ininterrupto. Registrou-se uma diferen-

ça de 6 centímetros entre o Nível do mar fornecido pelos Marégrafos de Torres e Imbituba.

A malha de Circuitos de Nivelamento foi progredindo na direção norte e, assim, foi atingido sucessivamente os Estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Goiás. Com o correr do tempo os técnicos foram adquirindo maior experiência, o trabalho ganhou maior velocidade, o número de turmas de nivelamento também aumentou e, como consequência, a produção em quilômetros nivelados cresceu no período entre 1945 e 1951, conforme se verifica nos números abaixo:

1945 —	185 km
1946 —	883 km
1947 —	1.022 km
1948 —	1.826 km
1949 —	3.310 km
1950 —	3.366 km
1951 —	4.002 km

Em 1952, a Rede de Nivelamento derivou para Oeste, pelo Estado do Mato Grosso e, em janeiro de 1953, atingiu a cidade de Corumbá, através da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, objetivando uma conexão transcontinental com uma linha nivelada pelo Serviço Geodésico Inter Americano, que partindo do litoral do Chile atravessou a Bolívia e chegou a Corumbá. Essa conexão deu margem a uma comparação, inédita no Hemisfério Sul, entre o nível médio dos Oceanos Pacífico e Atlântico, obtido pelos Marégrafos de Arica, no Chile, e Imbituba, SC. Nesse feito memorável, foi constatada uma discrepância de apenas 16 cm, sendo mais alto o Nível Médio do Atlântico.

Em 1954, a Seção de Nivelamento determinou, pela primeira vez no País, uma altitude de precisão do Pico da Bandeira — 2.890 m, à época considerado o ponto mais alto do Brasil.

O Nivelamento do IBGE continuou avançando na direção do extremo norte do nosso território, atravessando os Estados do Nordeste, e a sede da SNi foi acompanhando esse avanço, sendo transferida, sucessivamente, de Belo Horizonte para Salvador e Fortaleza, chegando na capital cearense em maio de 1957.

Em 18 de janeiro de 1960, através de portaria, a Seção de Nivelamento foi



transformada no 1º Distrito de Levantamentos, da Divisão de Geodésia e Topografia, do CNG. Com a transformação, ficou responsável por todas as operações geodésicas atribuídas ao IBGE, nos estados litorâneos, desde a BAHIA até o Pará. Até a sua extinção, a Seção de Nivelamento tinha executado o expressivo total de 33.686 km de nivelamento de alta precisão.

Em 1960 foram iniciados os trabalhos de triangulação, medindo-se uma cadeia ao longo do paralelo de 8º, no Estado de Pernambuco.

A seguir, na impossibilidade de executar o método clássico da Triangulação, nos Estados do Maranhão e Pará, passou-se a medir Poligonais de 1ª Ordem. Ao mesmo tempo, foram realizadas operações geodésicas, como Medição de Bases, Astronomia de 1ª Ordem e Rastreamento de Satélites, além do Apoio Terrestre e Reambulação, necessário às atividades de mapeamento, sem descontinuar as atividades de nivelamento.

Em maio de 1969, o 1º Distrito de Levantamentos transformou-se na 1ª Divisão de Levantamentos. Em maio de 1977, foi retomada a denominação 1º Distrito de Levantamentos Geodésicos — 1º DLG. Com esse nome, em 1980, os trabalhos em desenvolvimento atingiam o extremo do País, Território do Amapá, com uma linha de Nivelamento e uma Poligonal. Chegou-se a cerca de 40 km ao norte da cidade de Calçoene. A meta era alcançar a cidade de Oiapoque, lá no extremo norte, contudo devido a inexistência de estradas neste trecho, a meta tornou-se inatingível.

Em 1979, o 1º DLG estava na iminência de ser extinto, com data fatal marcada para 1º de janeiro de 1980, a exemplo do ocorrido com os demais distritos coirmãos 2º, 3º e 4º DLG, em atendimento ao plano da direção do IBGE de centralizar e unificar todos os Distritos em Brasília, no Departamento de Levantamentos Geodésicos-DELEG. Salvo da extinção, em nova mudança de estrutura da DIRETORIA DE GEODÉSIA E CARTOGRAFIA, passou à denominação de Distrito de Levantamentos Geodésicos no CEARÁ — DLG/CE, atuando desde o Estado do Maranhão até o Estado da Bahia.

A história, em curtas visadas, e que tanto orgulho traz aos funcionários que

desempenham suas funções no Distrito, pode ser expressa em números da produção até dezembro de 1985:

— 5.632 km de triangulação com 437 vértice implantados;

— 8.312 km de poligonação com 467 estações medidas;

— 35 estações de LAPLACE (Astro-nomia);

— 58 estações de Rastreamento de Satélites — SAT;

— 64.859 km<sup>2</sup> de área apoiada com 765 fotos;

— 73.610 km nivelados com 34.692 referências de nível estabelecidas.

Só existem duas fontes de alegria pura: o bem que se faz e o dever cumprido, ficando a todos a certeza que nesses poucos mais de quarenta anos, cumpriu o DLG/CE com o dever à custa de sangue, suor e lágrimas.

Sangue, com a perda de muitos colegas e amigos.

Suor, foi o que mais teve, para quem conhece a dureza dos Levantamentos Geodésicos, pode avaliar quanto suor existe na execução de tudo o que foi executado.

Lágrimas, pelo pranto da saudade de esposas e filhos dos operadores de campo, afastados de suas famílias por mais da metade do ano.

Não pode a administração do Distrito deixar de manifestar a gratidão e o reconhecimento ao seu homem de campo. Ao Operador, Anotador, Porta-Mira, Sinaleiro, Montador de Torres, Construtor de Marcos, enfim a todos que com o seu entusiasmo e dedicação se constituíram nos legítimos heróis da jornada e a quem cabe todo o mérito do sucesso.

#### CAMPANHA GRAVIMÉTRICA NA ANTÁRTICA

DGC/SUDEG

O IBGE e a Universidade Federal do Paraná vêm participando de pesquisas na Antártica, ao abrigo das iniciativas da CIRM, Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, com o projeto intitulado "*Gravimetria na Antártica*".

A iniciativa de desenvolver pesquisas gravimétricas nessa área objetiva o preenchimento de uma grande lacuna no conhecimento do potencial gravitacional de nosso planeta. A importância

da obtenção e divulgação das informações gravimétricas reside no interesse fundamental das mesmas para as comunidades geodésica e geofísica internacional, e somente um esforço conjunto de pesquisadores, de todas as nações envolvidas nos estudos sobre essa região, é que possibilitará o pleno conhecimento do campo gravitacional terrestre.

Para tanto, no corrente ano, o IBGE fez-se representar pelo Eng.º Marcelo Campos Maia, do DLG/CE, na IV Expedição Antártica Brasileira, no atendimento das atividades de pesquisa previstas no Projeto "*Gravimetria na Antártica*".

Os trabalhos foram realizados basicamente na ilha Rei George-Arquipélago de Palmer, onde se localiza a Estação Antártica Comandante Ferraz (BR).

Embora todas as observações de campo, gravimétricas e de posicionamento, previstas para esta missão, tenham sido concluídas durante os dois meses da campanha, fev-mar/86, permanecerá em operação até dezembro de 1986, a primeira estação de marés terrestres implantada, na mesma ocasião, na ilha Rei George.

O prosseguimento da pesquisa depende dos resultados alcançados pela atual campanha, que, certamente, indicará o muito que ainda se tem por fazer.

As principais metas do projeto, relativas à expedição de 1986, podem ser resumidas nos seguintes pontos:

— instalação de uma estação para observação do fenômeno da maré terrestre na ilha Rei George;

— efetuar a ligação gravimétrica entre o extremo da América do Sul e a Antártica, vinculada a estações internacionais existentes em território brasileiro;

— implantação e materialização de uma rede gravimétrica básica na ilha Rei George, com possibilidades de expansão e ligação com as ilhas vizinhas;

— efetuar medidas gravimétricas de densificação na península Keller;

— estabelecimento de estações gravimétricas em outras ilhas — Adelaide, Smith e Anvers;

— medição de uma poligonal na península Keller, aproveitando os pontos já implantados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha brasileira;



— determinação das coordenadas de todos os pontos gravimétricos na península Keller;

— determinação das coordenadas de um ponto de partida na ilha Rei George, através do rastreamento de Satélites (Sistema Transit), e de outros pontos, também gravimétricos, em ilhas vizinhas do Arquipélago de Palmer, pelo método da translocação;

— elaboração da planta da estação brasileira Comandante Ferraz, na escala 1:500, utilizando, para isso, fotografias aéreas e levantamento topográfico de pontos notáveis.

A seguir acha-se apresentada, de forma sucinta, a descrição dos trabalhos executados, salientando-se as dificuldades.

### A ESTAÇÃO DE MARÉS TERRESTRES

Foi implantada a primeira estação de observações do fenômeno da maré terrestre, no Continente Antártico, estando previsto seu funcionamento de março a dezembro de 1986.

A estação encontra-se instalada no módulo do projeto de gravimetria, nas coordenadas 62°05'08,52''S de latitude, 58°23'37,43''W de longitude e 16,47 m de altitude.

Pretende-se determinar os coeficientes geológicos, de amplitude e de fase que traduzem a resposta da crosta terrestre, para cada grupamento de ondas do potencial de maré. Os valores de amplitude e fase permitem a determinação do "fator gravimétrico" necessário à redução das observações de aceleração da gravidade no local, além de possibilitar a previsão da força de maré, com grande precisão, em qualquer época — passada ou futura.

Os registros contínuos da curva de maré e das variações de temperatura sobre o gravímetro permitem que se estabeleça a correlação entre os dois sinais, além de tornar possível a correção dos registros de maré, em função das variações de temperatura.

A estação de maré terrestre é constituída, basicamente, por um gravímetro La Coste Romberg, modelo D, eletrônico, ao qual está acoplado um sistema analisador. O sinal é registrado conti-

nuamente e um pulso horário, comandado por um relógio com oscilador de quartzo, possibilita a identificação das ordenadas utilizadas na análise harmônica. Admitindo-se as eventuais faltas de energia, um sistema de proteção "no break" foi igualmente instalado.

A estação está sujeita a perturbações de diversas origens: térmica, devido às grandes variações de temperatura; eletromagnética, decorrente da proximidade das antenas de radiotransmissão e mecânica, associados às vibrações causadas pelas rajadas de ventos e a sismicidade local.

Objetivando atenuar essas perturbações, algumas instalações complementares tornaram-se imperativas. Assim sendo, foi construído um *pilar metálico*, independente do módulo, visando eliminar o efeito das vibrações causadas pela movimentação de pessoas no interior do mesmo e das rajadas de vento. No tocante às variações térmicas foi construída uma *parede divisória*, em madeira, separando o local do gravímetro da antecâmara de entrada. Para o efeito das ondas eletromagnéticas foi construída uma gaiola de Faraday, cujo revestimento, com lâ de vidro, melhorou ainda mais o isolamento térmico ao redor do sensor.

Outra perturbação tratada foi o ruído de fundo, proveniente da microsismicidade característica daquela região, decorrente dos deslizamentos das placas tectônicas, eliminada através de um filtro eletrônico de altas frequências.

### AS OBSERVAÇÕES GRAVIMÉTRICAS

Os levantamentos gravimétricos executados nessa missão foram desenvolvidos em três etapas.

A primeira etapa consistiu na ligação gravimétrica entre o extremo da América do Sul e a Antártica, cujo perfil realizado na ida e na volta consta das estações: Galeão (RJ) — Cumbica (SP) — Pelotas (RS) — Punta Arenas (Chile) — Base Marsh (Ilha Rei George) — Estação Comandante Ferraz (Ilha Rei George).

Todas as observações gravimétricas realizadas, posteriormente, foram referenciadas ao valor transportado através deste perfil, o que motivou a utilização de dois gravímetros La Coste Romberg nesta transposição.

As segunda e terceira etapas envolveram as medidas gravimétricas efetuadas na ilha Rei George, *rede básica*, e as *observações de densificação* na península Keller. A maior parte das estações da rede básica foram executadas em pontos pré-existentes, implantados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação, do Ministério da Marinha. As 48 (quarenta e oito) estações de densificação na península Keller foram levantadas topograficamente por irradiações, a partir de vértices da poligonal básica implantada com taqueômetro eletrônico.

Foram ainda efetuadas observações gravimétricas nas ilhas: Adelaide, Smith e Anvers. Cabe ressaltar que estas estações poderão fazer parte de uma rede básica a ser implantada, futuramente, no arquipélago de Palmer.

Os equipamentos utilizados na realização dos perfis gravimétricos restringiram-se a 2 (dois) gravímetros La Coste Romberg, modelo D, n.ºs 622 e 611, cedidos por empréstimo pelo Observatório Nacional.

### RASTREAMENTO DE SATÉLITES E POLIGONAIS

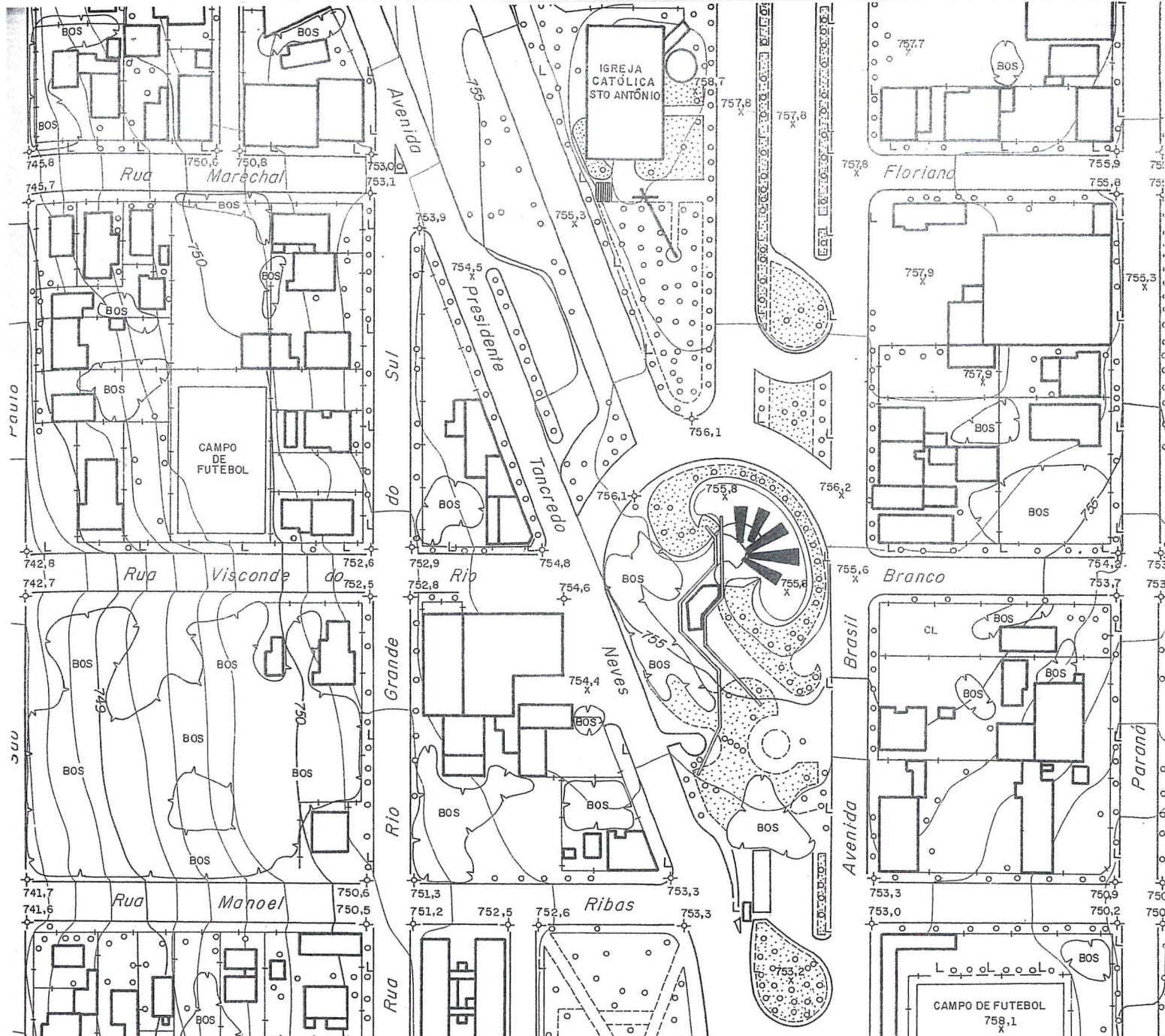
Os pontos gravimétricos, na península Keller, tiveram suas coordenadas determinadas por irradiações, a partir de vértices de uma poligonal implantada utilizando-se um taqueômetro eletrônico. As coordenadas do ponto de partida foram determinadas por rastreamento de satélites, utilizando-se um receptor Marconi. Simultaneamente foi efetuado o rastreamento para determinação das coordenadas, pelo método de translocação, em pontos nas ilhas Elefante (Geo-receptor Magnavox), Smith e Adelaide (receptor JMR). Os instrumentos utilizados foram cedidos pela empresa AERODATA — Aerolevantamentos S.A., Diretoria de Hidrografia e Navegação e IBGE, na seqüência em que foram citados.

O artigo foi extraído do relatório preliminar da CAMPANHA Gravimétrica na Antártica, elaborado pelos Professores Eduardo Raton, José Bittencourt de Andrade e Camil Gemael, da Universidade Federal do Paraná e pelo Engenheiro Marcelo Campos Maia, da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — IBGE.









# ENGEFOTO

UMA NOVA EMPRESA NO MERCADO

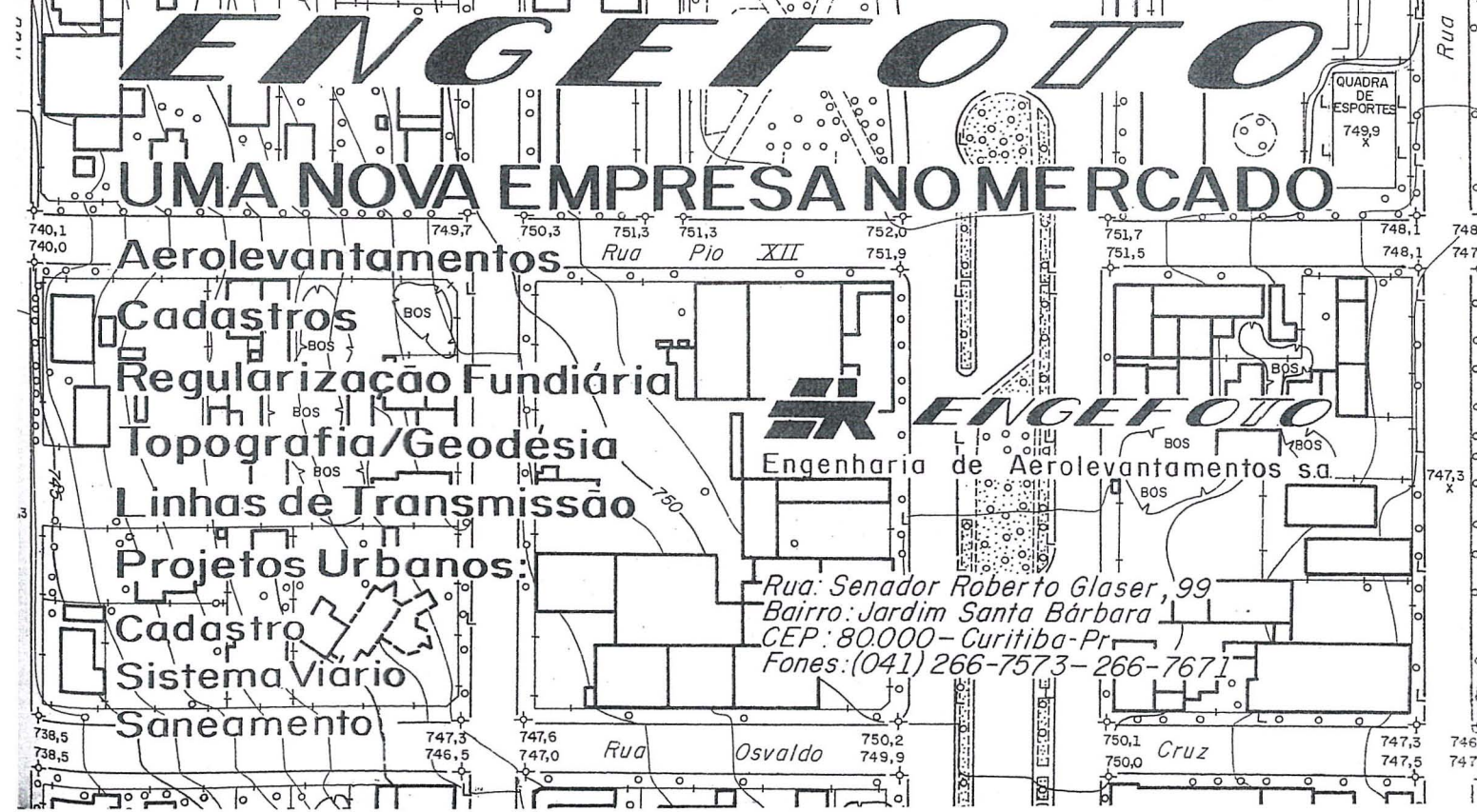
- Aerolevantamentos
- Cadastrros
- Regularização Fundiária
- Topografia/Geodésia
- Linhas de Transmissão
- Projetos Urbanos
- Cadastro
- Sistema Viario
- Saneamento



**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





# Índice Comercial



**APOIO**

serviços cartográficos Ltda.

Levantamentos topográficos, Loteamentos, Locações de estradas e Batimetria

Rua Catalão nº 15 - São Cristóvão - RJ - CEP 20910  
Tels. 284-1439 - 284-0039



**AGROFOTO S.A.**

MAPEAMENTOS AEROFOTOGRAFÉTRICOS DE ÁREAS URBANAS E RURAIS.

BASES CARTOGRÁFICAS PARA PROJETOS DE ENGENHARIA CIVIL E AGRONÔMICA.

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

**Otto Georg H. Mackrodt**

Representante



INSTRUMENTOS DE FOTOGRAMETRIA  
ECONÔMICOS-VERSÁTEIS-PRECISOS

Rua 1, nº 130 - Parque Maria Comprida, Araras  
25.610 - Petrópolis, RJ - Brasil  
Telefone (0242) 21-2001 - Telex 2123289 XPPT BR

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



Equipe técnica treinada nas fábricas e sofisticada aparelhagem eletrônica para melhor servir.

MANUTENÇÃO DE INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS:

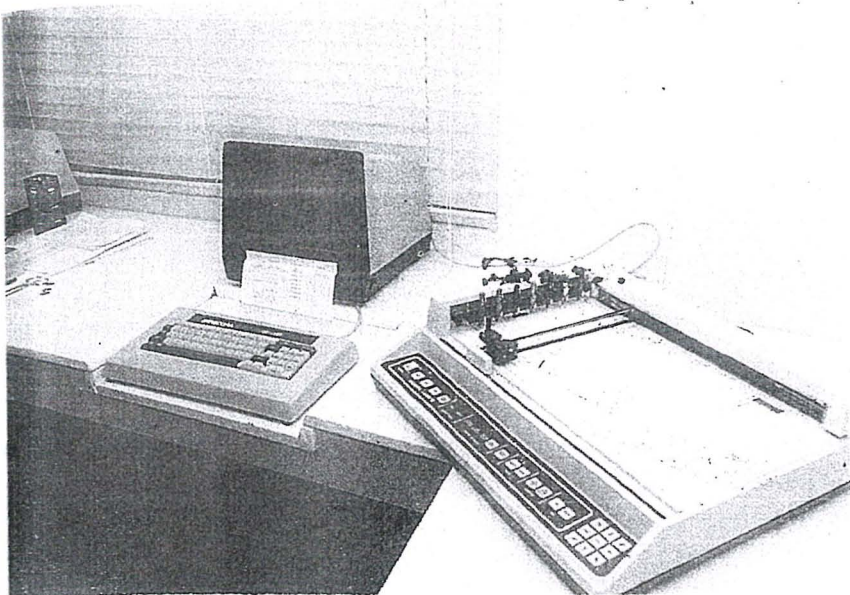
- TELURÔMETROS: MRA 3, MRA 4, MRA 5, MRA 101 E CA 1000
- DISTÂNCIÔMETROS ELETRO-ÓTICOS EM GERAL
- RASTREADORES DE SATÉLITES

R. Ceará 104-2º andar  
Pr. da Bandeira - RJ

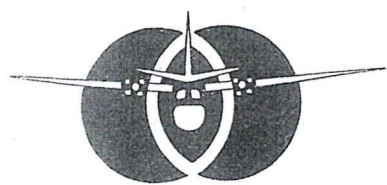
Tel: 284-8137

Este espaço está  
reservado para você.





- AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS CARTOGRÁFICOS
- SISTEMA DE DESENHO AUTOMÁTICO AUXILIADO POR COMPUTADOR – CARTOCAD
- SOFTWARES APLICATIVOS EM CARTOGRAFIA E GEODÉSIA
- PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SATÉLITES – DIGIMAGE



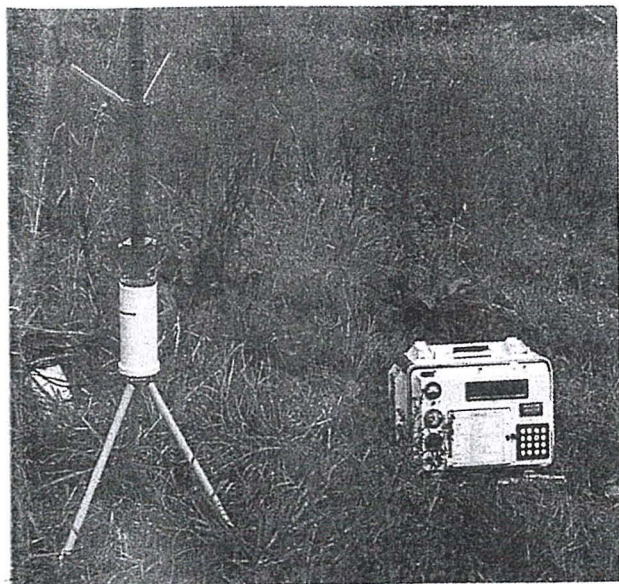
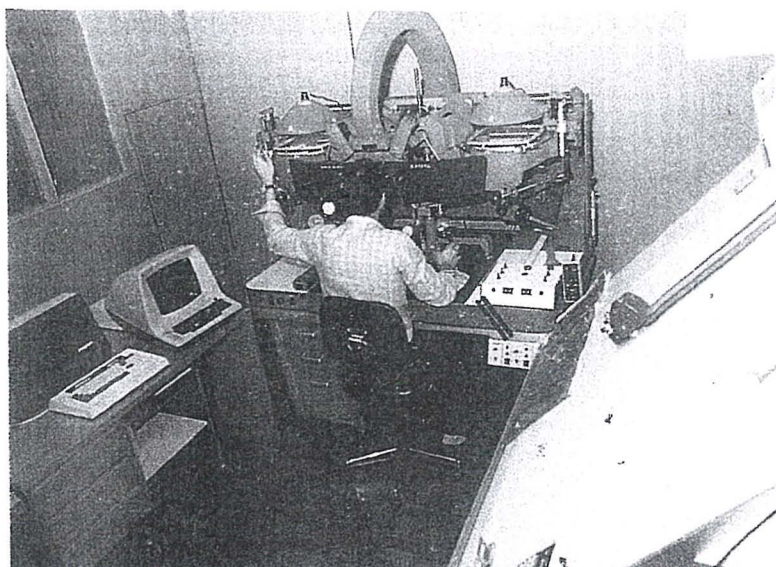
# AEROSUL S.A.

## ENDEREÇO:

AVENIDA REPÚBLICA ARGENTINA Nº 3741  
 FONE: (041) 246-2011 TELEX 041-5228  
 SÃO PAULO TELEX Nº 011-32445  
 CURITIBA – PARANÁ

## DIRETORIA:

NEWTON ISAAC DA SILVA CARNEIRO  
 - Diretor Presidente  
 NEWTON ISAAC DA SILVA CARNEIRO JR.  
 - Diretor Vice-Presidente  
 ANTONIO CARLOS BOGO  
 - Diretor de Operações



- RESTITUIÇÃO ASSISTIDA POR COMPUTADOR
- RASTREAMENTO DE SATÉLITES
- COBERTURAS AEROFOTOGRAFICAS
- LEVANTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS
- CADASTRO FUNDIÁRIO
- MAPEAMENTOS TEMÁTICOS





## AEROFOTO CRUZEIRO S.A.

Av. Almirante Frontin, 381 Tel: 290-5212  
Ramos - 21.030 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil  
Telex: 21859 SACS - BR - End. telegráfico: FOTOSUL

Aerofoto Cruzeiro S.A. encontra-se em condições de executar recobrimentos aerofotogramétricos em escalas de 1:2.000 a 1:160.000, dispondo para tal de uma aeronave Gates Learjet 25 C, jato puro, que voad a 890 km/h, numa altitude de até 15.000 metros, dotado de moderno sistema de navegação inercial; três Beechcraft BE-80 "Queen-Air", dois Britten-Norman "Islander" e um Douglas C-47.

O Learjet e o Douglas estão preparados para a utilização de duas câmaras aéreas ou outros sensores, possibilitando o emprego simultâneo tanto de objetivas 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 Kodak Aerocolor, na escala média de 1:8.000, e, ao lado, foto da aeronave Learjet.

A Aerofoto Cruzeiro S/A comunica a mudança de seu PABX para (021) 290-5212.

