

**UM EMPREENDIMENTO OPERACIONAL TECNOLOGICAMENTE AVANÇADO
EM SENSORIAMENTO REMOTO
E SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMAÇÕES**

**ROBERTO ELIZEU PREOSCK¹
FLÁVIO FELIPE KIRCHNER¹
PAULO CESAR TEIXEIRA TRINO¹
STEVEN MAH²**

¹AERODATA S/A - ENGENHARIA DE AEROLEVANTAMENTOS
Rua Alfredo Pinto, 3305
83065-150, São José dos Pinhais, PR, Brasil

²ITRES RESEARCH LIMITED
155, 2635 37 Avenue N. E.
Calgary, Alberta, Canadá, T1Y5Y6

Abstract: Using the structure of a private aerial photogrammetry firm - AERODATA S/A - a complete program for the operation of a system in processing and acquisition of digital images and Geographic Information System was developed. A technologically advanced system was needed in order to meet the objectives for the environmental projects. Methodologies were developed and implemented for each unique pilot study. The task was divided into three distinct phases: 1) digital data acquisition, employing an airborne sensor CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager) with a spectral range of 430 to 870 nm, 2) image processing, using the ARIES 380 system and then 3) spatial data analysis and integration with other ancillary data sources using the SPANS Geographic Information System.

Resumo: Utilizando-se a estrutura de uma empresa privada de aerofotogrametria - AERODATA S/A - foi desenvolvido um programa completo para a operacionalização de um sistema de obtenção e processamento de imagens digitais e de um Sistema Geográfico de Informações. Uma estrutura tecnologicamente avançada fez-se necessária, para atender as necessidades do projeto, desde a implementação de novas metodologias e treinamento de pessoal, até o gerenciamento de projetos e das informações como um todo. O empreendimento em si, está dividido em três fases distintas, ou seja, primeiro a fase de captação de dados, com o emprego de um sensor aerotransportável CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager) com um campo espectral entre 430 a 870 nm, em segundo, a fase de processamento de imagens com o uso do sistema ARIES 380 e em terceiro a fase de integração e análise de dados, usando o Sistema Geográfico de Informações SPANS.

Introdução

Com o propósito de integrar todas as fases que compreendem, desde a captação de dados até o processamento final e análise dos resultados, foi implementado pela AERODATA S/A - uma empresa de aerolevamentos - todo um complexo operacional para atender esses objetivos.

Foi um processo moroso e exaustivo, cujo início deu-se há cerca de três anos, em entendimentos e planejamentos iniciais entre a AERODATA e empresas especializadas canadenses.

Como até então todas as fases funcionavam separadamente, ou seja, em empresas ou organizações distintas, foi com grande entusiasmo que a AERODATA tomou sua decisão de reunir em um só local, todas as fases para um projeto de Sensoriamento Remoto e Sistema Geográfico de Informações, a saber (Fig. 1):

1. Captação de dados;
2. Processamento digital;
3. Análise de dados.

Após várias fases de pesquisa de mercado, áreas de aproveitamento e de utilização, dentro dos mais variados aspectos (mineração, reflorestamentos, meio ambiente, assoreamentos, etc.) foi-se definindo os métodos a serem utilizados, os equipamentos necessários e, principalmente, o treinamento técnico e gerencial a ser ministrado à equipe envolvida no projeto.

Em paralelo, foi estabelecido um programa de adesão, submetido a várias organizações privadas e públicas, com real interesse a respeito dos resultados a serem obtidos com o projeto, e de utilizarem esses recursos com o propósito de melhorarem sua produção, produtividade e tomadas de decisões. Assim, chegamos a um total de 18 projetos pilotos a serem desenvolvidos com o Sistema Integrado de Geoprocessamento.

1. Captação de Dados

Nesta fase foi utilizado um sensor aerotransportável CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager). O equipamento foi instalado em uma aeronave NAVAJO, que contém duas perfurações especiais em seu assoalho, onde foi instalada também, uma câmera aérea fotogramétrica marca WILD RC 10, com o propósito de obter-se a verdade terrestre para futuras comparações.

O sensor consiste da cabeça do sensor, unidade de controle, unidade de força, monitor e teclado (Fig. 2).

A cabeça do sensor é formada por uma unidade compacta que contém o imageador espectrográfico ITRES, com abertura ajustável, a câmera do sensor com o CCD (Charge Coupled Device) termo-eletronicamente resfriado e conectado à unidade de controle através de cabos.

A unidade de controle, além de conter os componentes comuns a um micro-computador PC 386, possui também um gravador de fitas cassete de vídeo, 8mm, onde são armazenados os dados, durante o voo.

A parte ótica do sensor é composta por lentes objetivas padrão, com uma abertura focal de 35° sobre uma fenda de 15 micron. A luz que atravessa a fenda é então colimada e dispersa sobre o CCD.

O CCD tem um quadro de 578 x 288 pixel, o qual capta 512 pontos por linha na resolução espacial, sendo que as informações espectrais são dispersadas através das 288 linhas do sensor (Fig. 3). O campo espectral do sensor está compreendido entre 430 nm e 870 nm em faixas de 1,8 nm, num total de 288 faixas.

Os dados são armazenados a uma razão máxima de 230 Kbytes/s em fita de vídeo 8 mm, permitindo assim alta velocidade de gravação, baixo custo e fácil manuseio.

Ao sistema, também está conectado um giroscópico, que fornece parâmetros necessários para futuras correções da imagem, no que diz respeito às rotações do conjunto sensor/aeronave em torno do eixo de deslocamento dos mesmos, ou seja, "roll correction".

A operação do equipamento exigiu todo um treinamento específico para as pessoas que estiveram envolvidas com o sistema, desde o nível gerencial, até o operador e tripulação da aeronave. Foi portanto ministrado um curso abrangendo noções básicas do espectro eletromagnético, do sistema operacional e a operação completa do equipamento. Também foi necessário toda uma adaptação quanto ao planejamento do voo, pois em lugar dos parâmetros da fotografia aérea foram levados em conta os do sensor, como dimensões do pixel e número de bandas espectrais.

Como o sensor é bastante versátil em sua configuração das bandas espaciais, dentro do campo do espectro eletromagnético e de fácil manuseio, foi necessário deixar o operador do equipamento plenamente confiante em suas tomadas de decisões durante o voo, para que o imageamento fosse o mais produtivo possível. Assim sendo, foi treinada toda a tripulação de voo, incluindo o comandante da aeronave, co-piloto, navegador e fotógrafo.

produtivo possível. Assim sendo, foi treinada toda a tripulação de vôo, incluindo o comandante da aeronave, co-piloto, navegador e fotógrafo.

As condições meteorológicas para a execução do vôo, são as mesmas necessárias para um vôo fotogramétrico comum, e como, juntamente com a captação de dados do sensor, fizemos tomadas de fotografias aéreas, o operador do sensor também foi o responsável pela operação da câmera aérea.

Foi utilizado também, com 100% de acerto, o serviço de previsão meteorológica do INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais, de São José dos Campos, o qual foi de grande valia para o sucesso das operações aéreas que envolveram o projeto.

2. Processamento Digital dos Dados

Após a realização do vôo de captura dos dados, iniciou-se então a fase de processamento digital, compreendendo duas fases distintas:

- Pré-Processamento
- Processamento.

Para estas tarefas foi necessário também um treinamento especial para o pessoal técnico da AERODATA, fornecido por técnicos canadenses especializados nas duas áreas. Foram treinados, além do engenheiro responsável, duas pessoas para cada fase.

A fase de pré-processamento foi realizada em um computador PC 486 - 50 Mhz com 700 Mb de capacidade de armazenamento em disco, onde foram executadas tarefas de análise dos resultados do vôo, correções espectrais da imagem, conversão dos dados de 12 bits para 8 bits e, finalmente a correção da imagem, da rotação do sensor em torno do eixo de deslocamento da aeronave ("Roll Correction").

Elaborado todo o pré-processamento da imagem, a mesma foi transferida do PC 486 para o sistema central de processamento de imagens, através de cabo RS 232, usando-se o programa Kermit.

Na fase de processamento digital participaram do treinamento quatro pessoas, que receberam instruções completas e detalhadas de todos os processos e recursos existentes no sistema, oferecido pela empresa DPIX. O equipamento, um micro VAX 3800 com 700 Mb de armazenamento de disco, 3 MIPS de CPU, 16 Mb de memória principal e, principalmente, um processador matricial de 8 Mb de memória para a visualização em vídeo e processamentos pesados. O sistema ARIES 380, é um pacote completo de

processamento de imagens, incluindo processos de classificação supervisionada e não supervisionada, realce de imagens, geocorreção, mosaicos, etc.

Como exemplo podemos observar na figura 4 uma cena da Baía da Guanabara mostrando a banda do vermelho (634.4 nm a 645.7 nm) com os dados brutos do sensor. Na seqüência das figuras 5 a 7 o respectivo processo de realce da imagem usando o método de expansão do histograma de freqüência, para as bandas 6 (634.5 nm a 645.7 nm), 7 (664.9 nm a 672.5 nm) e 8 (704.4 nm a 708.4 nm).

Como o processamento de imagens não tem condições de ser absorvido em toda sua integridade em um curto espaço de tempo, somente com o trabalho diário e pesquisas mais apuradas com os dados obtidos com o sensor, é que a equipe responsável pelo processamento chegará em sua plenitude de conhecimentos a respeito, porém em contrapartida, devido às pessoas envolvidas com o processamento já terem larga experiência em cartografia digital, a absorção dos conceitos básicos de processamento e geoprocessamento foi bastante rápida e proveitosa, facilitando em muito o progresso do grupo.

Para o geoprocessamento, três pessoas, durante um total não contínuo de 30 dias, receberam treinamento específico, de uso do sistema geográfico de informações SPANS, desenvolvido pela INTERA TYDAC, utilizando-se um computador PC 486 - 50 Mhz, com sistema operacional OS/2, versão 2.0.

O sistema SPANS trabalha com um sofisticado sistema de armazenamento de dados chamado "quadtree", uma estrutura muito mais eficiente para a realização de operações analíticas e com enormes vantagens sobre a estrutura "raster" (normalmente utilizada para armazenar e processar imagens de satélite). Desta forma o sistema permite com grandes facilidades a junção de dados vetoriais e "raster" e sua conseqüente análise espacial.

Através deste Sistema Geográfico de Informações, nos foi permitido realizar os mais variados tipos de relatórios para futura análise, com recursos de cruzamentos de informações entre mapas, arquivos de imagens rasterizadas classificadas, bancos de dados alfanuméricos, arquivos digitais vetoriais e mapas altimétricos.

3. Análise de Dados

Como o Sistema Geográfico de Informações forneceu inúmeros tipos de cruzamentos espaciais dos dados, a análise tornou-se bastante simplificada, além de todo o

material intermediário utilizado, como as imagens do sensor CASI, arquivos de classificação, etc.

De posse de todo o material gerado pelo sistema integrado de geoprocessamento, as análises de dados, específicas para cada projeto piloto em sua área de atuação, dependeu tão somente dos especialistas em cada assunto para tirarem resultados e conclusões mais apuradas.

Assim, toda a estrutura avançada que foi desenvolvida teve como objetivo principal fornecer os insumos e meios necessários para que cada projeto piloto juntamente com os especialistas responsáveis de cada área, pudessem chegar ao melhor diagnóstico possível. Foi com grande êxito que a AERODATA conseguiu reunir em um só ambiente esta avançada estrutura, envolvendo várias empresas canadenses, transferindo tecnologia, para propiciar à realidade brasileira o que há de melhor em Sensoriamento Remoto e Sistema Geográfico de Informações.

Referências Bibliográficas

MAH, S., and Kirchner, F., 1993, An integrated and cooperative international remote sensing technology transfer program, Proceedings of the 16th Canadian Symposium on Remote Sensing (in press).

ITRES Instruments Inc., User's Manual of CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager), 1992.

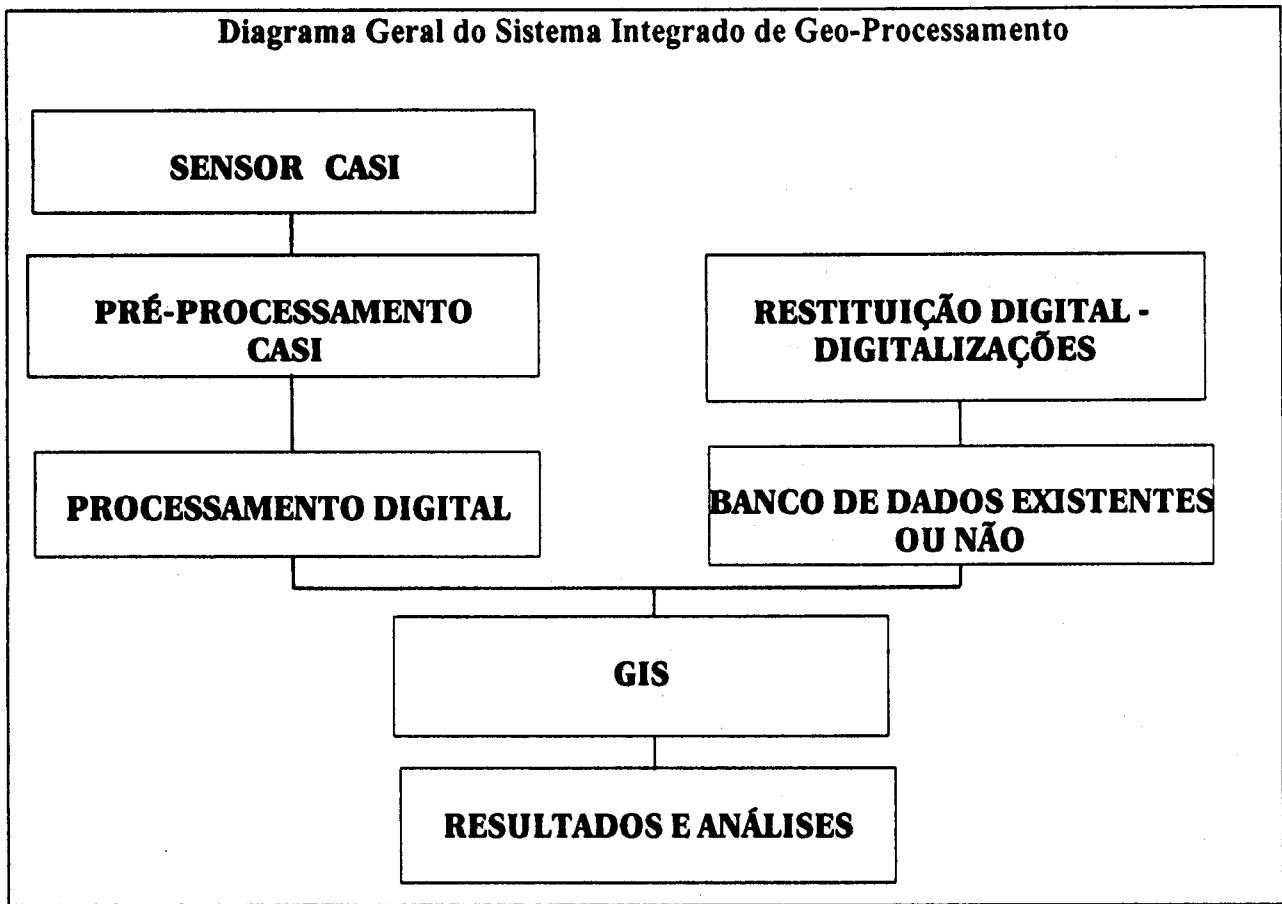


Fig 1. Diagrama Geral da Estrutura do Sistema Integrado de Geoprocessamento

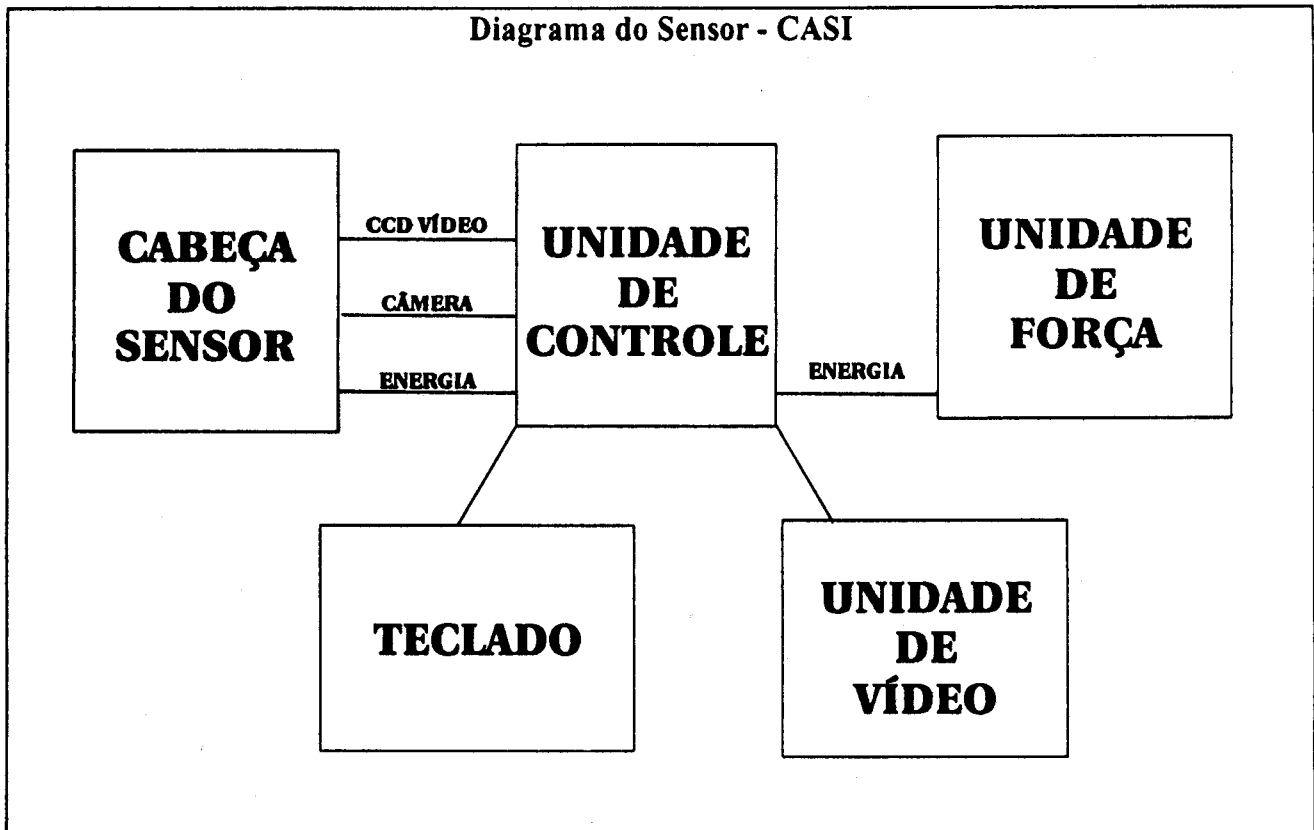


Fig 2. Diagrama de Funcionamento do Sensor CASI

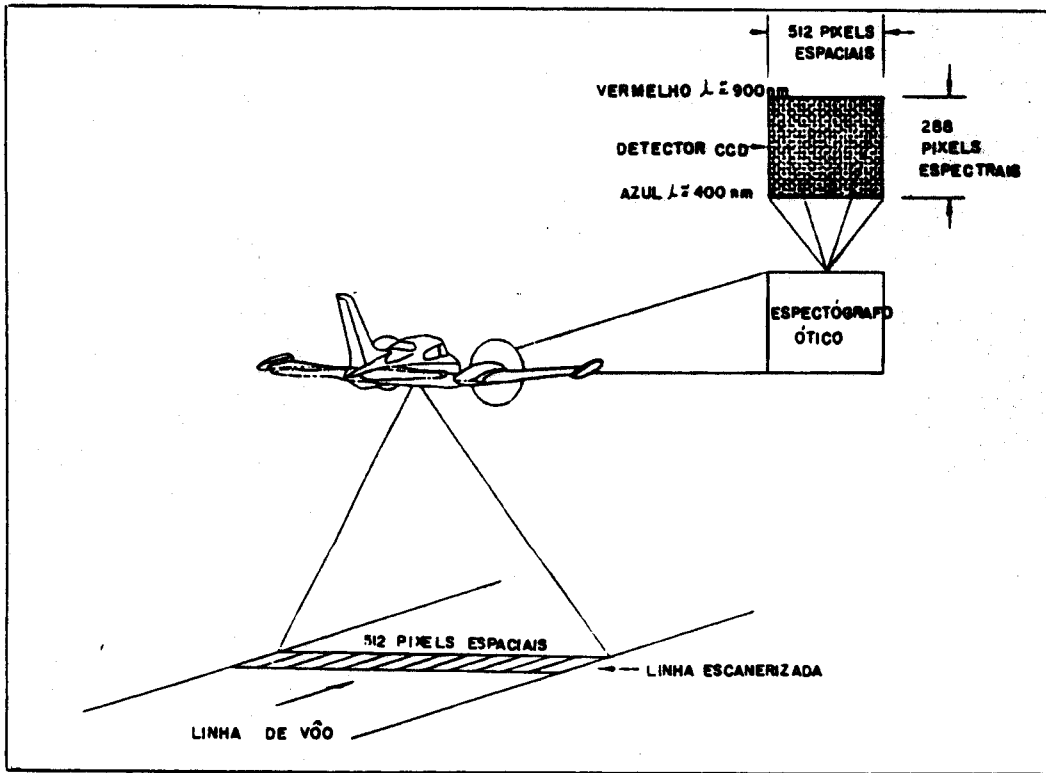


Fig 3. Esquema Geral com os Parâmetros do CCD



Fig 4. Banda 6 do Sensor CASI, com intervalo de 645.5 nm a 645.7 nm, dados brutos da Baía de Guanabara.



Fig 5. Banda 6 do Sensor CASI, com intervalo de 634.5 nm a 645.7 nm (vermelho) mostrando o resultado do processo de realce da imagem.



Fig 6. Banda 7 do Sensor CASI, com intervalo de 664.9 nm a 672.5 nm (vermelho) mostrando o resultado do processo de realce da imagem.



Fig 7. Banda 8 do Sensor CASI, com intervalo de 704.4 nm a 708.4 nm (vermelho/infravermelho) mostrando o resultado do processo de realce da imagem. Principalmente neste realce de imagem percebemos na região de água o fenômeno da maré vermelha.