

# UM SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS PARA A DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO

*Luís Antonio de Andrade*  
Maj. QEM Engenheiro Cartógrafo

## Resumo

O trabalho em questão objetiva apresentar para a Diretoria de Serviço Geográfico um Sistema de Processamento de Imagens que possibilitará, através da análise digital de dados, o manuseio de imagens obtidas através dos sensores MSS e Thematic Mapper dos satélites da série LANDSAT, bem como de sensores de satélites a serem lançados num futuro próximo (por exemplo do satélite SPOT).

O referido sistema encontra-se em fase de desenvolvimento no Instituto de Pesquisas Espaciais estando o hardware e o software concluídos e o software aplicativo em desenvolvimento.

É apresentada uma série de vantagens que a aquisição do sistema trará para a Diretoria, bem como algumas aplicações do sistema na confecção de produtos cartográficos ora em produção no âmbito da DSG.

## 1 — Introdução

O principal objetivo da apresentação de um sistema de processamento de imagens para a DSG é fornecer à orga-

nização subsídios para melhor julgar a necessidade de aquisição de um sistema desta natureza, o qual possibilitará, através da análise digital de dados, o manuseio de imagens obtidas através dos sensores MSS e TM dos satélites da série LANDSAT.

O sistema em questão encontra-se em fase de desenvolvimento no INPE estando o hardware e o software concluídos e o software aplicativo em desenvolvimento. O hardware consiste em um microcomputador brasileiro construído com 16 bits, uma unidade visualizadora de Imagens desenvolvida no INPE além de interfaces para variados dispositivos de entrada e saída. O software inclui programas de aplicação para uma grande variedade de usuários incluindo sensoriamento remoto, meteorologia, análise de imagens biomédicas, bem como a construção de um sistema geográfico de informações. Outros programas ligados diretamente à área de Cartografia poderão ser desenvolvidos caso exista algum interesse na aquisição do sistema e desde que sejam fornecidos os dados básicos para a confecção dos mesmos.

O sistema está sendo liberado com

um software de aplicação poderoso para a área de recursos naturais.

A carga de imagens no sistema pode ser feita utilizando diversos dispositivos, entre eles: linha serial até 9600 bps, que permite a carga de imagens por linha telefônica; disco flexível de 8 polegadas, com capacidade para a carga imediata de imagens multiespectrais, previamente setorizadas, com 512x512 pontos e até 4 canais; fita magnética de 9 trilhas, para a setorização e carga de imagens fornecidas em fita CCT; interface DMA, que permite a utilização dos recursos de um computador de maior porte; interface digitalizadora para câmara de TV, para a utilização de imagens convencionais ou obtidas por microscópio.

## 2 — Histórico

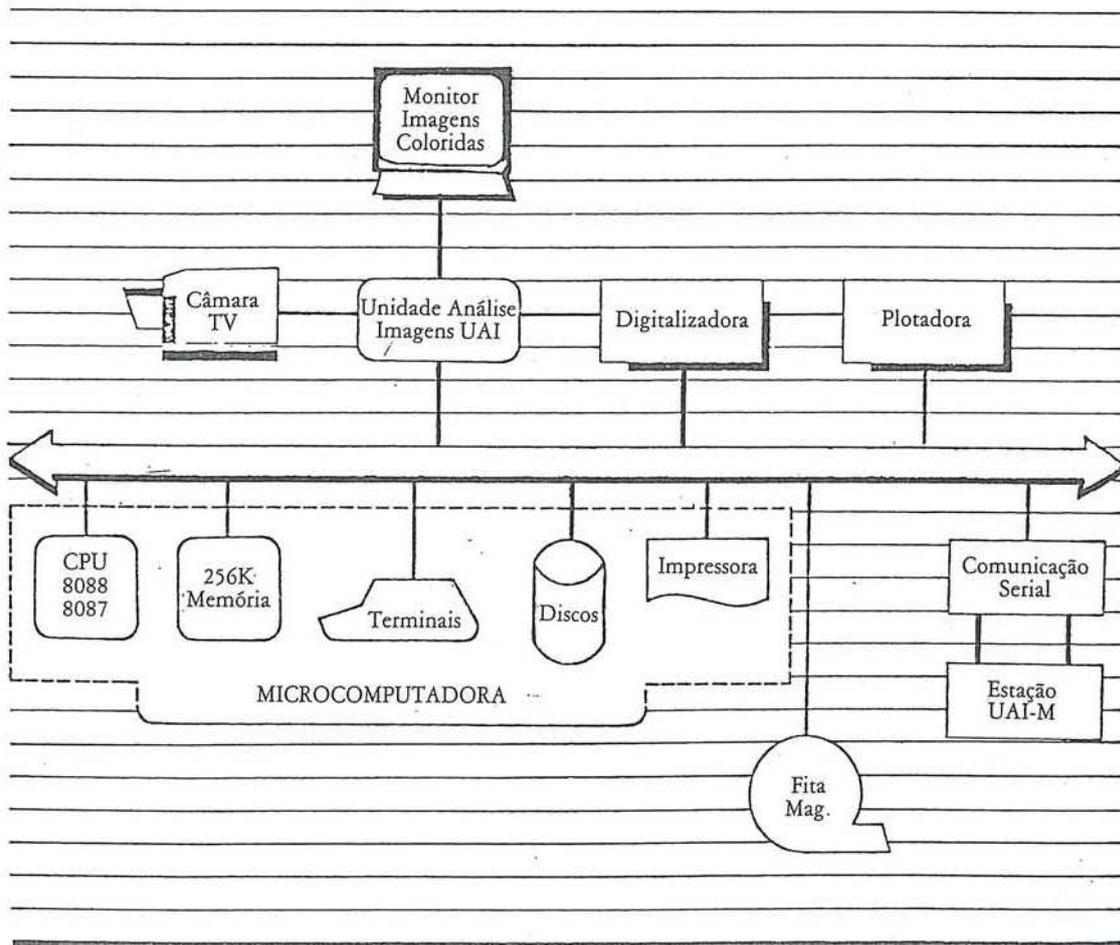
A área de processamento digital de imagens teve sua origem nos meados de 1960, motivada pelo programa espacial da NASA, nos Estados Unidos. Esta nova tecnologia foi originalmente aplicada para processar imagens obtidas por satélite, tais como as imagens LANDSAT (Sensoriamento Remoto e Recursos da Terra) e SMS/GOES (Satélite Me-

teorológico). Além disso o processamento de imagens em pouco tempo encontrou seu caminho para novos campos, tais como medicina, microscopia, ótica, fac-símile e recentemente visão industrial de máquina (Rosenfeld and Kak, 1982; Mascarenhas and Velasco, 1984; Ballard and Brown, 1982; Fu and Paulidis, 1979). Em 1973 a invenção da Tomografia Computadorizada abriu um grande número de aplicações na área médica (Herman, 1980).

O avanço tecnológico permitiu grande desenvolvimento no hardware tornando possível que os sistemas de processamento de imagem decrescessem significativamente de custo. Conseqüentemente a nova geração de microcomputadores de 16 bits e 32 bits habilita-nos a projetar sistemas flexíveis e de baixo custo de processamento de imagens.

No INPE, as atividades em processamento de imagens começaram em 1975 e em 1984 um projeto está a caminho para integrar um dispositivo geral de um sistema de processamento de imagens.

### 3 — Esquema Geral do Sistema



### 4 — Hardware

O sistema é constituído basicamente pelos seguintes dispositivos (vide figura nº01):

#### 4.1 — Monitor de Vídeo Colorido

Pode ser observada nas figuras nº2, 3 e 4.

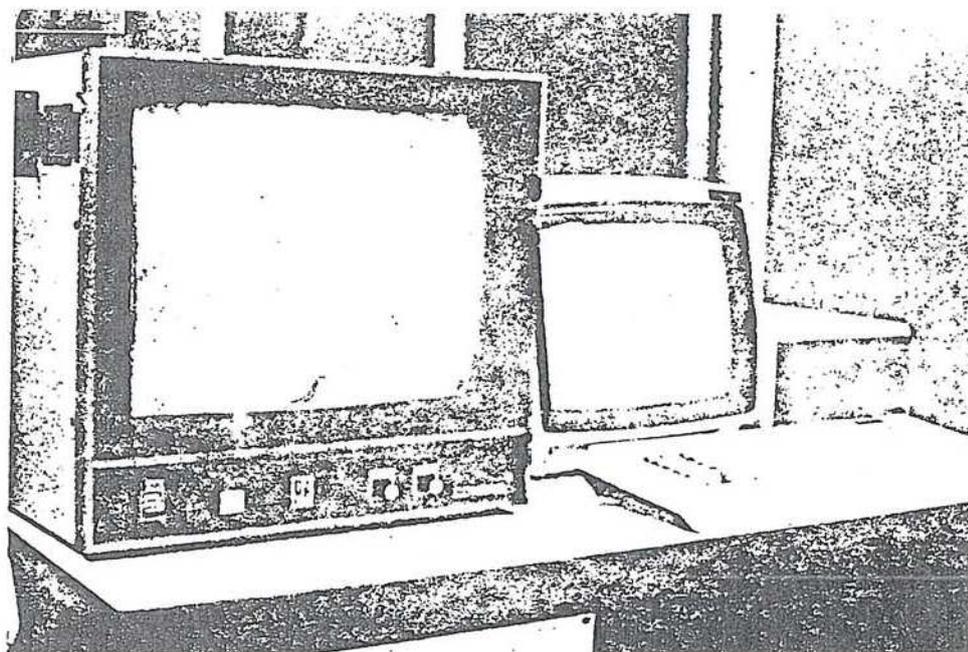


Figura nº 1

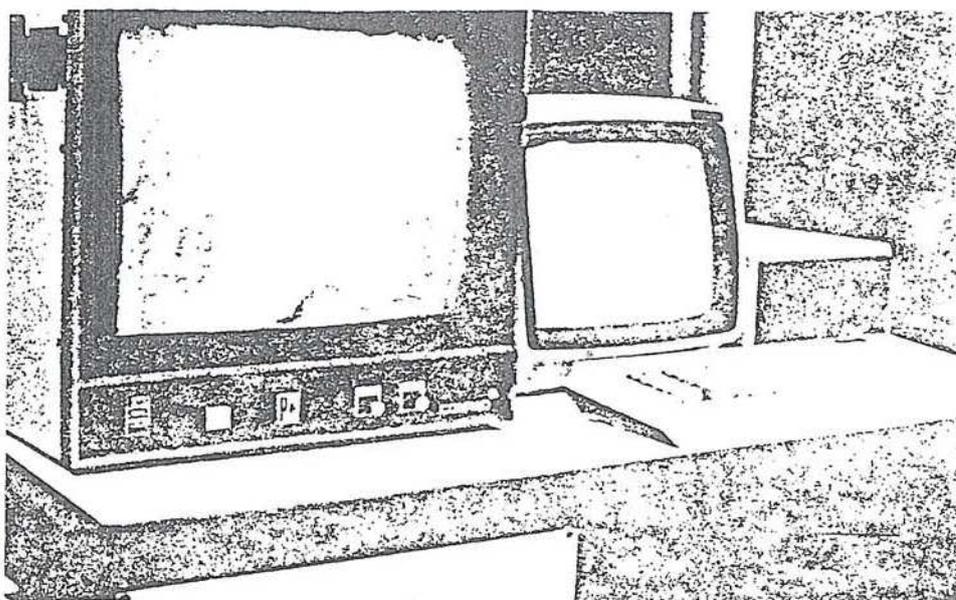


Figura n.º 2

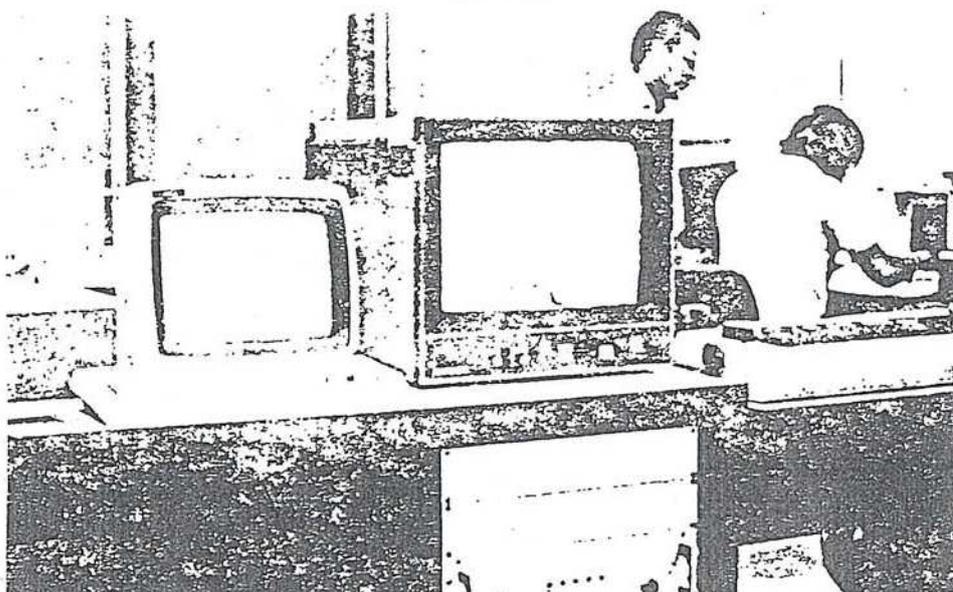


Figura n.º 3

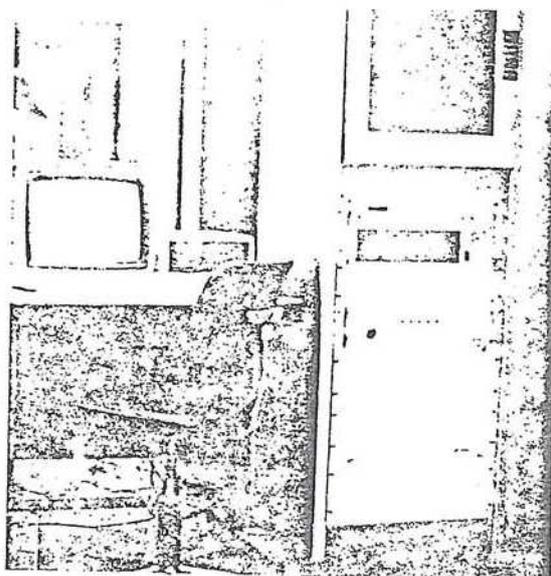


Figura n.º 4

#### 4.2 — Unidade Visualizadora de Imagens

Pode ser observado nas figuras n.º 3 e 4.

Esta unidade desenvolvida pelo INPE, possibilita a imediata visualização das operações gráficas e operações em imagens realizadas pelo sistema.

Ela é constituída de uma memória de imagens de 1Mbytes, dividida em quatro quadrantes de 512x512 pixels de 8 bits, sendo um destes quadrantes utilizado como plano gráfico, permitindo o display de até 8 gráficos simultaneamente em cores diferentes. Composições coloridas de três quadrantes são mostradas no monitor de TV quando cada quadrante contém a mesma cena adquirida em bandas espectrais distintas. Um cursor de tamanho variável permite a seleção de áreas de interesse sob o comando do operador.

#### 4.3 — Microcomputador

A função do microcomputador é realizar o controle da Unidade Visualizadora de Imagens, armazenar e processar imagens ou gráficos e realizar a interação homem-máquina, recebendo parâmetros e emitindo relatórios.

As suas características principais são:

- CPU de 16 bits (MICRO INTEL 8088)
  - Co-processor de ponto flutuante (INTEL 8087)
  - Memória principal de 256 Kbytes
  - Console semi-gráfico colorido
  - Unidade de disquete flexível de 5 1/4 polegadas, dupla face e dupla densidade (320 Kbytes) para ligar e guardar programas.
  - Unidade de disquete de 8", 1,25 Mbytes para guardar imagens.
  - Unidade de disco tipo Winchester de 10 Mbytes.
  - Terminal de vídeo
  - Impressora serial gráfico de 100 cps e 132 colunas
  - Unidade de fita magnética de 9 trilhas, 1600 bpi, 45 ips
  - Interface serial padrão RS—232C.
- Ao sistema básico podem ser adicionados vários dispositivos opcionais:
- Interface digitalizadora para câmara de TV

- Interface serial síncrona
- Interface DMA para ligação a computador hospedeiro.

Poderão ser ligados ao sistema, mediante consulta, dispositivos especiais, tais como:

- Monitores coloridos de alta resolução
- plotadores
- digitalizadores de imagens.

O microcomputador é supervisionado por um sistema operacional multiusuários e multitarefas, e tem suporte para as seguintes linguagens de alto nível: Fortran, C e Basic.

Estas características do microcomputador asseguram ao sistema as seguintes capacidades:

- Conexão a outros computadores para troca de dados
- desenvolvimento de novas funções em linguagem de alto nível
- variedade de periféricos para entrada e saída de dados

## 5 — Software de Aplicação

Os programas de aplicação possuem estrutura modular e são escritos na linguagem C.

A interação usuário-sistema é dirigida por "menu" e não exige conhecimento prévio de computação.

O conjunto de procedimentos disponível no sistema deverá conter facilidades para tratamento de imagens digitais de satélites de sensoriamento remoto, tais como: visualização de imagens na tela; realce, para melhorar a aparência visual e destacar regiões de interesse; classificação, obtendo imagens temáticas digitais, definindo as diversas classes da imagem.

Este sistema está ainda dotado da facilidade de criação de um banco de dados geográficos, que permitirá a combinação de dados provenientes de diversas fontes, tais como: mapas temáticos, cartas topográficas e imagens digitais classificadas.

Deve-se ressaltar que este software será desenvolvido de maneira modular, visando facilitar a inclusão futura de programas relativos a novas aplicações.

A propriedade do software é da EN-GESPAÇO/INPE e seu uso deverá ser regulamentado através de contrato de uso e manutenção.

## 5.1 — Organização

A organização geral do sistema mantém a máxima compatibilidade com o software já desenvolvido no Instituto.

O software está organizado em quatro módulos:

- supervisor
- gerenciador de imagens
- programas de aplicação
- biblioteca de sub-rotinas

O supervisor é responsável pela análise dos comandos e ativação dos programas de aplicação.

O gerenciador responsável pelo armazenamento e acesso às imagens.

Os programas de aplicação são responsáveis pela manipulação das imagens. Para cada aplicação específica do sistema, um conjunto de programas deve ser definido. Inicialmente um conjunto básico de programas da maioria das aplicações é proposto. Além de funções de manipulação de imagens, um pacote de comunicação é proposto, permitindo a conexão do sistema a outros computadores (PDP—11, VAX—11, Borroughs) e transferência de arquivos (imagens) entre os sistemas.

Biblioteca de sub-rotinas contém todas as rotinas de uso geral, tais como rotinas de acesso a unidade visualizadora de imagens, rotinas gráficos e rotinas de gerenciamento da tela no terminal alfa-numérico.

## 5.2 — Aplicações

O sistema básico possui as funções mais importantes de um sistema de processamento de imagens.

### 5.2.1 — Pré-processamento

- Operações aritméticas e lógicas**  
Permite obter imagens a partir de operações aritméticas e lógicas sobre outras imagens.
- Deteção de bordas**  
Permite detetar as bordas de região de uma imagem utilizando operadores de vizinhança
- Realçamento de Contraste**  
Permite alterar o contraste de imagens utilizando diversos processos como realce linear e equalização de histograma.

### d) Filtragem espacial

Permite alterar a imagem para realçamento de contornos ou supressão de ruídos, utilizando máscaras convolucionais e mediana.

### e) Principais componentes

Permite a redução da dimensionalidade de imagens multiespectrais mantendo a mesma quantidade de informações.

### f) Registro Translacional

Permite a superposição de imagens obtidas em instantes distintos.

## 5.2.2 — Classificação

### a) Treinamento

Permite a aquisição dos parâmetros necessários para classificação tais como: histogramas, parâmetros estatísticos, etc.

### b) Classificação por "Célula única"

Permite a identificação de pixels pertencentes a um hipercubo no espaço de atributos.

### c) Fatiamento

Permite a atribuição de cores a intervalos de níveis de cinza de uma imagem mono-espectral.

### d) Classificação por máxima verossimilhança.

Permite associar cada pixel à classe que possua maior probabilidade de contê-lo.

### e) Mapeamento de temperatura

Permite associar cores a faixas de temperatura especificadas no tratamento de imagens meteorológicas.

## 5.2.3 — Emissão de relatórios

Permite a visualização na impressora ou terminal dos seguintes elementos, em forma gráfica ou tabular:

- Estatística
- Histogramas
- Tabelas de mapeamento ("look-up-tables")
- Perfil de linhas ou colunas de imagens.

## 5.2.4 — Manipulação de Objetos

### a) Carga de imagens

Permite a transferência de imagens do disco para a unidade visualizadora e vice-versa, com mudança de escala (reamostragem).

## b) Geração de imagens padrão

Permite gerar padrões de imagens para testes.

## c) Anotação

Permite inserção de legendas na imagem mestra da tela.

### 5.2.5 — Outras aplicações

Como conseqüência da modularidade do sistema, outras rotinas poderão ser adicionadas para atender aplicações específicas. Está em fase de desenvolvimento o suporte de programação para a manipulação de outros objetos, tais como, mapas, gráficos e dados geoeconômicos.

## 6 — Vantagens com a Aquisição do Sistema pela DSG

A aquisição do sistema descrito anteriormente trará uma infinidade de vantagens na confecção de produtos por parte da DSG. Dentre elas destacamos:

### a) Atualização Planimétrica de Cartas Topográficas nas escalas de 1:50.000 e 1:100.000.

O processamento digital de imagens obtidas através do sensor TM, possibilitará a atualização de Cartas Topográficas nas escalas de 1:50.000 e 1:100.000. As cartas em questão poderão ser atualizadas com rapidez e precisão através de obtenção da imagem relativa à área de trabalho na tela do monitor de TV. Esta imagem poderá ser ampliada para a escala de interesse e fotografada diretamente da tela do monitor. Posteriormente a foto em questão servirá de base para a atualização planimétrica do original de restituição da carta desatualizada.

Considerando-se as dificuldades de cobertura e o elevado custo do vôo fotogramétrico, a característica temporal das imagens LANDSAT permitindo a repetitividade teórica da cena a cada dezesseis dias, bem como a desatualização das cartas topográficas, principalmente na região nordeste do Brasil, este produto

poderá ser considerado como a aplicação mais importante a ser realizada a partir da aquisição do sistema em questão por parte da DSG.

### b) Confecção de Cartas Temáticas através do Processamento Digital de Imagens.

Cartas Temáticas de aplicação estritamente militar, inclusive em território estrangeiro, poderão ser confeccionadas no âmbito da DSG através da utilização da técnica de processamento digital de imagens. Uma tese de mestrado (dissertação) em desenvolvimento no INPE visa criar uma metodologia para a confecção de Cartas Temáticas utilizando imagens de satélite e fornecerá maiores detalhes sobre o produto.

### c) Obtenção de Imagens Coloridas para trabalho em demarcação de áreas indígenas desprovidas de cobertura aérea.

A imagem relativa à área de trabalho poderá ser extraída da tela do monitor de TV e servirá de apoio básico para os trabalhos de campo, na medição (demarcação) de reservas indígenas.

### d) Outras aplicações Cartográficas

O sistema permitirá ainda uma infinidade de outras aplicações Cartográficas, principalmente se levarmos em conta que é possível acoplar ao sistema um gravador eletrônico de imagens, o qual possibilitará a gravação eletrônica em filmes da imagem observada na tela.

## 7 — Proposta para fornecimento de um sistema de análise de imagens

No caso de interesse na aquisição de um sistema de processamento nos moldes do descrito anteriormente, um contato com o Dr. Múcio Roberto Dias, gerente da ENGESPACO Indústria e Comércio Ltda., deverá ser realizado a fim de demonstrar o interesse através do pedido de proposta.

A garantia do equipamento bem como sua instalação, treinamento de pes-

soal, manutenção, prazo de entrega, preços e condições de pagamento constarão da proposta.

Atualmente, o preço do sistema é de aproximadamente 13.500 ORTNs.

## 8 — Visita ao computador da 5ª DL visando minimizar os custos de um sistema de processamento de imagens

O sistema computacional da 5ª DL foi visitado e chegou-se à conclusão que seria inviável o aproveitamento do mesmo em substituição a algum componente descrito em 4.3. O custo seria praticamente o mesmo e o sistema atual da 5ª DL ficaria prejudicado.

## 9 — Conclusões finais

Com a apresentação de um sistema de Processamento de Imagens para a DSG espera-se que o mesmo seja analisado detalhadamente a fim de verificar-se a viabilidade do investimento aproximadamente descrito no item 7.0.

As vantagens descritas no item 6.0, a possibilidade de se processar imagens fora do INPE, a possibilidade de especialização dos engenheiros e técnicos da DSG na utilização do equipamento, além da promessa de lançamento de novos satélites com maior precisão e fornecendo inclusive visão estereoscópica, servirão de base para a conclusão de que será altamente proveitoso para a Diretoria a aquisição do sistema em questão.

## 10 — Bibliografia

NETO, Gilberto Câmara; SOUZA, Ricardo Cartaxo M. — A Low-Cost, General Purpose Image Processing System.

MASCARENHAS, N.D.A. — Processamento Digital de Imagens.

DUTRA, L.V.D. et al. — Manual de Usuários do Sistema de Tratamento de Imagens Digitais.