

Processamento Digital de Imagens TM do LANDSAT-5 da Região de Belém-Benevides (PA), Através do SITIM-150

PEDRO EDSON LEAL BEZERRA

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Departamento Regional Norte

Divisão de Geociências do Pará

Tv. Angustura, 2939

66.039-040 Belém-Pa, Brasil

Abstract. The IBGE Foundation and the Government of the Para State in Brasil represented by Secretary's Office for Industry, Trade and Mining (SEICOM), are executing studies for the elaboration of the Masterplan on Mining in Belim Metropolitan Region. In the first stage of this studies will be identified the environment systems by the correlation between nature - including rocks, relief, vegetation, soils, water and air -, and society - including land use and socio-economics activities.

The basic materials used for obtainable these informations are the images from Thematic Mapper sensor of the LANDSAT-5 satellite, on the bands 3, 4 and 5. The images was analysed by Digital Processing, utilizing the hardware and software of the Images Treatment Systems (SITIM), developed by INPE/ENGESPAGO society, on the laboratories of the Hidroclimatology and Remote Sense Center of Amazonia (CHSRA) of the Superintendence for Development of Amazonia (SUDAM).

This Work describe the digital processing tecnicas utilized, whose objective was to get better the quality of the images to the visual interpretation and to establish identification patterns of the degraded areas by mining in the Belim Metropolitan Region and neighborhood.

The tecnicas utilized was: image transference tape-hard disk, dysplay of images, color compositions, and relief of images including stretch, spacial filtering and spectral rotation.

We conclude that the best image for our objectives was the color composition 5R 4G 3B relieved by linear stretch.

1. INTRODUÇÃO

O Município de Belém e arredores vem sofrendo, por diversas vias, acentuado processo de degradação de seus recursos ambientais, o qual se torna especialmente importante quando o agente se configura através da exploração desenfrada de materiais de construção e, principalmente, daqueles que se prestam ao aterramento de vias nas áreas baixas da capital.

O Governo do Estado do Pará, através da Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Mineração (SEICOM) vem se esforçando com vistas a instituir um diploma legal que promova um ordenamento desta atividade, de modo a torna-la compatível com as demais formas de uso dos recursos ambientais ali presentes. Tal normalização deverá se materializar com a elaboração do Plano Diretor de Mineração da Região Metropolitana de Belém, o qual estabelecerá diretrizes para a consecução do

referido diploma.

Neste sentido, foi firmado um convênio entre a SEICOM e a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para a execução conjunta do projeto Estudo do Meio-Ambiente em Sítios de Extração de Materiais de Construção na Região de Belém-Benevides - Estado do Pará, o qual deverá fornecer subsídios técnicos à elaboração do aludido Plano Diretor através do diagnóstico da qualidade ambiental da região buscando-se definir o comportamento dos seus diversos sistemas ambientais face a atividade de extração de materiais de construção.

Na metodologia proposta para a execução do projeto por parte do IBGE, a primeira etapa refere-se a identificação dos componentes dos sistemas ambientais através da elaboração de diversos mapas temáticos, basicamente geologia, geomorfologia, solos, vegetação, clima, flora e fauna, os quais fornecerão os indicadores ecológicos, e da

definição das características de uso dos recursos e implicações sócio econômicas. O material básico que norteará a busca destas informações serão as imagens dos diversos sensores remotos disponíveis para a região, notadamente as do sensor Thematic Mapper (TM) a bordo do satélite LANDSAT-5 da NASA.

O presente trabalho pretende relatar as atividades desenvolvidas pelo autor no laboratório do Centro de Hidroclimatologia e Sensoriamento Remoto da Amazônia (CHSRA) da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), com vistas a obtenção de imagens do sensor TM-5 realizadas através de técnicas de processamento digital. Tais imagens deverão ser utilizadas como o principal referencial cartográfico à obtenção das informações temáticas.

2. OBJETIVOS

O processamento digital de imagens envolve basicamente três procedimentos: o pre-processamento, o realce e a classificação de padrões.

Os procedimentos de pré-processamento segundo Paradella (1989) são aqueles que envolvem técnicas de correções de imperfeições das imagens causadas por imperfeições no sistema sensor usado para gerar o dado digital. As técnicas de correções que compõem os conjuntos de rotinas de pré-processamento com dados digitais TM são: correções geométricas, correções de ruído de varredura (stripping), correções de linhas sem informação ou com ruído (dropped lines).

O realce de imagens tem como objetivo a melhoria da qualidade das imagens a fim de facilitar as tarefas de interpretação visual e de classificação de padrões. Já a classificação de padrões visa a extração de informações necessárias a análise quantitativa da imagem, realizada pelo sistema de processamento digital com ou sem supervisão humana (Queiros & Barros 1992)

As técnicas empregadas durante o desenvolvimento dos trabalhos foram as de realce de imagens, visando por conseguinte, com auxílio das diversas funções do sistema SITIM-150, aumentar o contraste entre os elementos imageados pelos sensores TM-5, facilitando os trabalhos de interpretação visual a serem desenvolvidos pelos diversas áreas temáticas.

Além disso os trabalhos de processamento digital objetivaram fundamentalmente a obtenção de imagens em uma escala mais próxima possível da escala de

trabalho, que foi de 1:30.000, valor este condicionado às limitações impostas pela resolução espacial do sensor TM. Ressalte-se que o INPE, instituição responsável pela distribuição das imagens TM, fornece cópias em papel com escala máxima de 1:50.000. Todo o trabalho aqui relatado foi acompanhado, para efeito de comparação, com uma imagem em papel processada pelo INPE, composição colorida 5R4G3B nesta escala, cobrindo toda a área de interesse, referente a passagem de agosto de 1989 (órbita-ponto 223-61W)

3. ÁREA DE TRABALHO

A área trabalhada abrange a parte da microrregião homogênea de Belém, incluindo-se os municípios de Belém, Ananindeua e Benevides todos situados no Estado do Pará onde ocupam uma extensão total de 1.416 Km².(fig.1)

4. MATERIAIS

Todo o trabalho foi desenvolvido através do sistema SITIM versão 150 desenvolvido pelo consórcio INPE-ENGESPAÇO, instalado no Centro de Hidroclimatologia e Sensoriamento Remoto da Amazônia.

O equipamento usado no presente trabalho, foi um microcomputador do tipo AT-286, com 704 kbytes de memória RAM, disco rígido de 80 Mbytes, 2 unidades de disco flexível de 1,2 Mb e 360 Kb de memória, monitor colorido de 20" acoplado a uma unidade visualizadora de imagens (UVI) com 4 canais; unidade de leitura de fitas CCT e streamer e equipamento REMBRANDT para fotografias do monitor.

A área de interesse do projeto (vide item 3) é coberta no caso do satélite LANDSAT-5, pela órbita/ponto 223-62. Desta órbita/ponto encontram-se disponíveis para estudos, fitas CCT de agosto de 1986 para toda a cena pertencente ao acervo do CHSRA; fita streamer de setembro de 1989 adquirida pela SEICOM e que cobre o quadrante W desta órbita ponto (223-62W); e fita streamer de novembro de 1991 deste mesmo quadrante recém adquirida pelo CHSRA-SUDAM. Em todas estas fitas as bandas disponíveis são a 3 (faixa do visível-vermelho); 43 (infravermelho próximo) e 5 (infravermelho médio).

A imagem utilizada foi a de novembro de 1991, tendo em vista a atualização da ocupação antrópica, e em parte restrita da área a imagem de agosto de 1986 onde aquela de 1991 apresenta cobertura de

nuvens.

5. TÉCNICAS UTILIZADAS E RESULTADOS OBTIDOS.

5.1 - Transferência de Imagem Fita-Disco.

Conforme relatado anteriormente, a fita de novembro de 1991 recobre apenas o quadrante W da orbita-ponto 226-62, significando portanto que arranjo matricial dos valores de brilho é composto de aproximadamente 3.000 linhas por 3.000 colunas.(fig.1)

A banda 5 desta imagem foi transferida da fita para a memória de imagens do monitor de video através do modo cursor tendo em vista a possibilitar que se transferisse para o disco do microcomputador, somente a imagem correspondente a área de interesse. Este procedimento é seguido via de regra quando a área de interesse não ocupa todo o espaço da cena, e objetiva um menor consumo de memória de disco e maior facilidade no carregamento da imagem de trabalho. A escolha da banda 5 se justifica pelo fato de ser esta a de melhor contraste entre as tres disponíveis.

A área a ser trabalhada, apos sua delimitação com o cursor no monitor de video, foi carregada para o disco rígido do microcomputador gerando uma nova imagem para as tres bandas, denominada de Bel, que compôs uma matriz de valores de brilho com 1697 linhas e 1349 colunas; ocupando, por conseguinte 2.289.253. bytes de memória de disco, para cada banda.

5.2 - Display de Imagens

No planejamento do projeto decidiu-se que a escala de trabalho deveria ser 1:30.000 tendo em vista a apresentação na escala 1:50.000. Nesta escala (1:30.000) a imagem que é carregada no monitor de video (ou seja na memoria de imagens) é composta por uma matriz com 440 linhas/438 colunas, resultando na necessidade de divisão da área em 9 módulos com estas dimensões, possibilitando a visualização total através de 30 cenas no monitor vez que cada módulo é observado em 4 cenas.

Feito este planejamento, os módulos foram identificados por letras maiusculas de A a I, e as cenas por letras minusculas a, b, c e d. Disto resultam nas seguintes imagens e suas coordenadas no disco:

Módulo A:

Aa - X1=0 X2=269 Ab - X1=269 X2=538
Y1=0 Y2=270 Y1=20 Y2=270

Ac - X1=0 X2=269 Ad - X1=269 X2=538
Y1=270 Y2=540 Y1=270 Y2=540

Módulo B:

Ba - X1=538 X2=807 Bb - X1=807 X2=1076
Y1=0 Y2=270 Y1=0 Y2=270

Bc - X1=538 X2=807 Bd - X1=807 X2=1076
Y1=270 Y2=540 Y1=270 Y2=540

Módulo C:

Ca - X1=1079 X2=1349 Cb - X1=1079 X2=1349
Y1=0 Y2=270 Y1=270 Y2=541

Módulo D:

Da - X1=0 X2=269 Db - X1=269 X2=539
Y1=541 Y2=811 Y1=541 Y2=811

Dc - X1=0 X2=269 Dd - X1=269 X2=539
Y1=811 Y2=1081 Y1=811 Y2=1081

Módulo E:

Ea - X1=539 X2=809 Eb - X1=809 X2=1079
Y1=541 Y2=811 Y1=541 Y2=811

Ec - X1=539 X2=809 Ed - X1=809 X2=1079
Y1=811 Y2=1081 Y1=811 Y2=1081

Módulo F:

Fa - X1=1079 X2=1349
Y1=541 Y2=811

Módulo G:

Ga - X1=0 X2=269 Gb - X1=269 X2=539
Y1=1081 Y2=1351 Y1=1081 Y2=1351

Gc - X1=0 X2=269 Gd - X1=269 X2=539
Y1=1351 Y2=1621 Y1=1351 Y2=1621

Módulo H:

Ha - X1=539 X2=809 Hb - X1=809 X2=1079
Y1=1081 Y2=1351 Y1=1081 Y2=1351

Hc - X1=539 X2=809 Hd - X1=809 X2=1079
Y1=1351 Y2=1621 Y1=1351 Y2=1621

Módulo I:

Ia - X1=0 X2=269
Y1=1621 Y2=1697

A figura 1 mostra a distribuição espacial dos módulos e das cenas.

5.3 - Composições Coloridas

As composições coloridas possíveis de serem obtidas a partir da associação de cada banda (3,4 e 5) as cores vermelho (red-R), verde (green-G) e azul (blue-B) em número de 6 são as seguintes:

1-3R,4G,5B; 2-3R,5G,4B; 3-4R,3G,5B; 4-4R,5G,3B;
5-5R,4G,3B; 6-5R,3G,4B.

Destas, a que melhor se apresentou visualmente foi a composição 1 (3R,4G,5B), e foi a que mais se aproximava das cores reais, apresentando-se no entanto com tons fortes e um predomínio de verde.

Todas as composições apresentavam baixo contraste entre seus diversos elementos, como por exemplo uma distinção não muito clara entre as áreas de varzea e as de terra firme, separáveis sem dificuldades na imagem em papel, mostrando a necessidade da aplicação de técnicas de realce de imagens nas três bandas.

5.4 - Realce de Imagens.

Com vistas a melhorar a qualidade visual e aumentar a distinção entre os elementos da cena, recorreu-se às várias técnicas disponíveis no SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens). As técnicas empregadas foram: ampliação de contraste, rotação espectral e filtragem espacial.

5.4.1 - Ampliação Linear de Contraste (ALC).

A primeira técnica utilizada foi a ampliação de contraste em cada uma das bandas, através da modificação no histograma frequência x valor de brilho nível de cinza) das imagens, onde os níveis de cinza que na imagem original ocupam uma pequena faixa de valores, passam a ocupar os 256 níveis possíveis pelo aumento do contraste entre cada conjunto (frequência) de valores de brilho.

Análise dos histogramas mostrou que todas as bandas apresentavam cenas com baixa radiância, ou seja, com a concentração dos valores de brilho situada a esquerda, lado das escuras, justificando os tons fortes das composições coloridas das imagens originais (sem realce). Evidenciaram também um baixo contraste, principalmente na banda 3 com valores variando de 0 a 32, e na banda 4, de 8 a 45 aproximadamente.

A técnica empregada consistiu em saturar o menor valor de brilho em 0 (preto), o maior em 255 (branco), expandindo-se os valores intermediários dentro desta faixa (0-255). Ressalte-se que a

ampliação foi realizada por partes, dando-se maiores inclinações na curva do histograma transformada onde haviam maiores frequências de valores de brilho no histograma original. Com isso houve um sensível aumento do contraste entre os alvos em todas as bandas e, de forma particularmente notável, nas bandas 3 e 4.

Feito isto o processamento prossegue através da análise das composições coloridas das imagens realçadas. Destas a melhor composição associou o vermelho à banda 5, o verde à banda 4, o azul à banda 3, gerando uma imagem com cores muito próximas das reais.

5.4.2 - Rotação Espectral.

Numa tentativa de obter uma melhor distinção entre os diversos alvos de cena procedeu-se a aplicação da técnica de transformação por componentes principais a qual baseia-se matematicamente, na covariância das cenas ou matriz de correlação, obtidas a partir dos valores digitais da população de "pixels" de cada banda, sendo gerada através de rotação e translação um hipotético espaço de atributos espectrais, definidos por eixos ortogonais aos canais originais (Paradella, 1989).

Para a operação da técnica primeiramente deve ser gerado um arquivo aquisição que no caso foi denominado de BEL, através do programa Transformação por Componentes Principais. Tal arquivo é obtido a partir da amostragem realizada sobre os distintos alvos da cena, no sentido de cobrir o maior número de informações nas 3 bandas. Em cada amostra, realizada com um cursor sobre a cena de interesse, um certo número de pontos (pixels) dependentes do tamanho do cursor são computados com vistas ao cálculo da matriz de covariância da cena ou matriz de correlação entre as diversas bandas, definindo-se assim a correlação espectral entre as mesmas.

Obtido o arquivo aquisição é feita a "aplicação da transformação" com a utilização do programa com esta denominação. Ao acionar o programa o operador deve informar sequencialmente: o nome do arquivo aquisição e se a transformação deve ser efetuada na tela-t, ou no disco-d. No caso da opção t, somente a cena existente na memória de imagem sofrerá a transformação ao passo que na opção d ela é feita para toda a imagem do disco.

O operador deve escolher uma dentre as 4 transformações possíveis:

- 1 - sem realçamento de contraste
- 2 - divisão

- 3 - modificando as razões entre variâncias
- 4 - mantendo a razão entre variâncias

De acordo com Paradella (1989) a transformação gera novos canais ou componentes principais, que são combinações lineares dos dados originais com a característica particular que cada componente ou canal transformado passa a conter dados não correlacionados com os dados dos outros componentes ou canais transformados.

Sendo assim, a técnica gera novas imagens identificadas por C1, C2 e C3, sem redundância de informações entre si, em que a maior parte da informação contida nos canais originais (frequentemente mais de 90% segundo Paradella, 1990) passa a constar em uma única imagem, correspondente em geral a componente C1.

No presente trabalho a transformação foi realizada sem realce de contraste (opção 1 da aplicação) e a matriz de covariância revelou que 94,1% das informações haviam sido aplicadas na banda C1 e o restante distribuídos pelas bandas C2 e C3; sobre estas foi aplicado o realce por ampliação linear de contraste (ALC) e, em seguida, analisadas as composições coloridas.

O resultado obtido sobre os componentes C2 e C3, individualmente, não corresponderam as expectativas porquanto as imagens obtidas após o realce apresentaram péssima qualidade. Com relação a componente C1 o realce por ALC gerou uma imagem de ótima qualidade e que, de fato, acentuava as distinções entre os alvos cena.

O procedimento a seguir foi testar novas composições coloridas combinando-se o componente C1 com as imagens originais, todas realçadas por ALC. As seguintes composições foram testadas:
 C1R3G4B - C1R3G5B - C1R4G5B - C1R4G3B - C1R5G3B -
 C1R5G4B - 3RC1G4B - 3RC1G5B - 4RC1G5B - 3R4BC1G -
 3R5GC1B - 4R5GC1B - 4RC1G3B - 5RC1G3B - 5RC1G4B -
 4R3GC1B - 5R3GC1B - 5R4GC1B.

Destas as melhores composições foram C1R4G3B e 4RC1G5B, principalmente a primeira a qual resultou numa imagem muito semelhante à composição 5R4G3B realçada por ALC.

5.4.3 - Filtragem Espacial

Foi tentada a utilização de técnicas de filtragem usando-se um filtro passa altas. No entanto, todas as tentativas resultaram em péssimas imagens porquanto, devido a escala de trabalho onde a

resolução do pixel chega a aproximadamente 15m muito superior a do próprio sensor, a utilização destes filtros tende a degradar a imagem, forçando o aparecimento dos seus elementos (pixels) não oferecendo no caso bons resultados, principalmente com a banda 3.

6. CONCLUSÕES

- Para a observação da totalidade da área na escala 1:30.000 é necessário sua divisão em 9 módulos com 440 linhas/438 colunas. Para tanto, e com vistas a minimizar as distorções o Display dos módulos deve ser feito no modo escala, a partir da imagem total contidas no disco com 1697 linhas/1349 colunas, escolhendo-se o X e o Y central com base na divisão da área em módulos e cenas, com o carregamento através de interpolação. Existe, no entanto, uma limitação inerente ao equipamento disponível que devido a sua baixa capacidade de memória principal e de clock gasta um tempo muito acentuado de cerca de 40 minutos, para carregar as tres bandas

- Nas imagens originais a composição colorida que melhor se apresentou visualmente foi a 3R4G5B, mas com baixo contraste.

- A aplicação da técnica de aplicação linear de contraste por partes forneceu uma excelente resposta no que tange a melhoria de qualidade da imagem mostrada no monitor de video. As bandas utilizadas após realçadas por ALC geraram uma excelente imagem na composição 5R4G3B.

- A aplicação da técnica de transformação por componentes principais resultou numa imagem de ótimo contraste para o primeiro componente C1, mas de péssima qualidade para os demais componentes C2 e C3. Disto resultou no não aproveitamento de nenhuma composição colorida envolvendo os componentes C2 e C3.

- A componente C1 combinada com as bandas 3 e 4 na composição C1R4G3B, realçadas por ALC, resultou numa imagem de qualidade muito semelhante a composição 5R4G3B realçada por ALC.

- O processamento realizado, porquanto tenha apresentado excelentes resultados no sentido de melhorar a qualidade visual da imagem original no monitor, não se apresentou com esta qualificação nas fotografias obtidas através do sistema REMBRAMDT acoplado ao monitor. Tais fotografias revelaram-se altamente saturadas em tons rosados nas áreas de ocupação antrópica mais

significantes (áreas urbanas) e em tons amarelados nas áreas de vegetação secundária, as quais no monitor apresentaram-se em tons verdes claros, além da significativa perda de nitidez na cópia fotográfica.

Agradecimentos Agradecemos aos colegas da SUDAM/CHSRA Evaldo Martins César (chefe), Geraldo Pereira da Silva e Isabel Cristina Bergh Pereira por nos facultarem o uso dos equipamentos e instalações, sem os quais não teria sido possível a realização do trabalho. Ao colega Pedro A. M. Rolim do setor de Hidroclimatologia que tornou possível a impressão do presente trabalho segundo as normas do simpósio.

BIBLIOGRAFIA

QUEIROZ, J. E. R. de & BARROS, M. A. Processamento Digital de Imagens - I. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Laboratório Associado de Sensoriamento Remoto, 1992, 165p.

PARADELLA, W. R. Introdução ao Processamento Digital de Imagens de Sensores Remotos Aplicados à geologia. São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais, 1989.

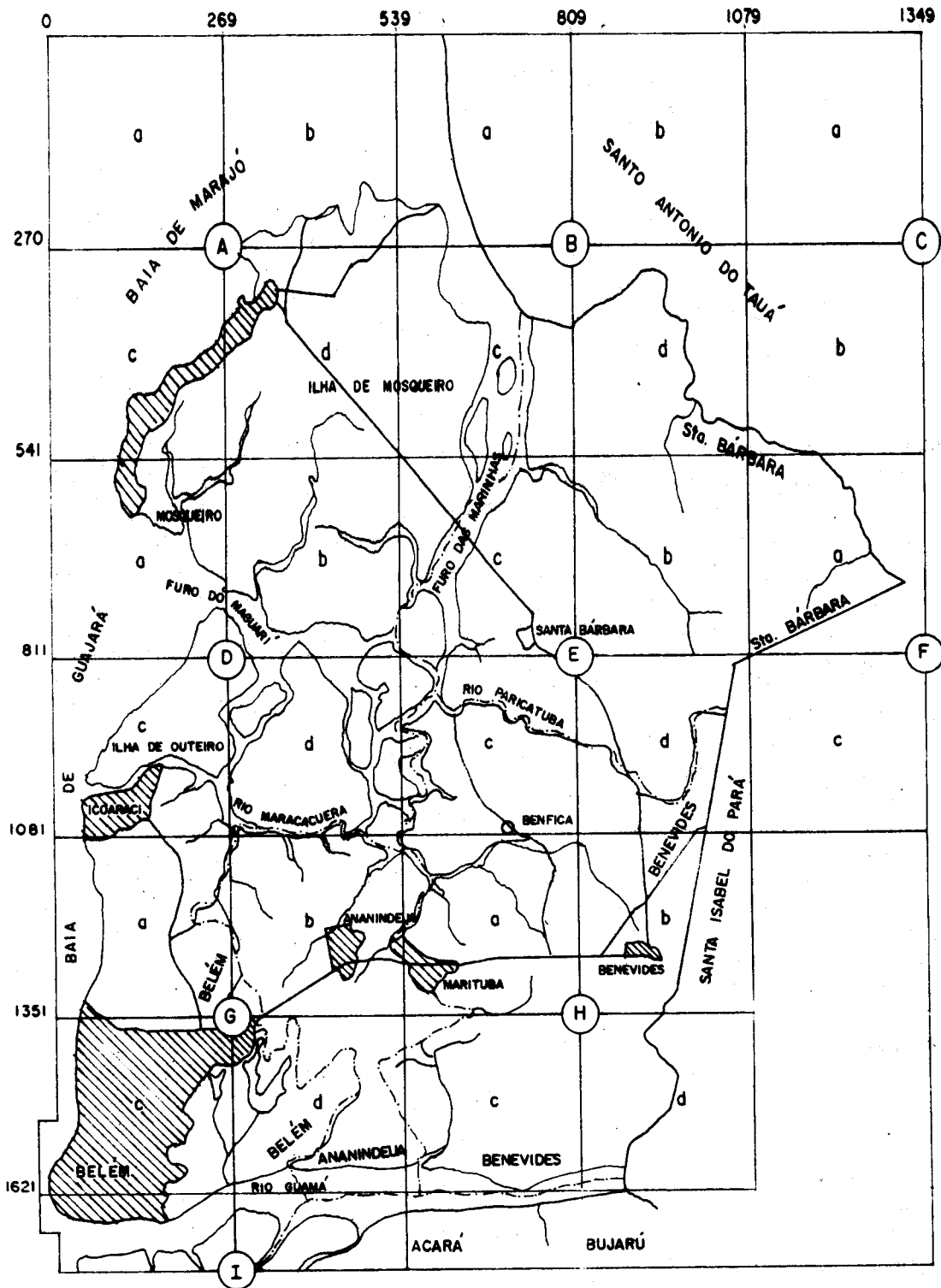
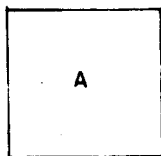
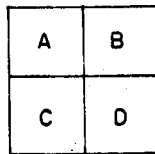


Fig. 1 - ÁREA ESTUDADA E SUA DIVISÃO EM MÓDULOS E CENAS.



MÓDULOS NA
MEMÓRIA DE IMAGEM



CENAS NO
MONITOR