

MAPEAMENTO DAS ALTERAÇÕES DA COBERTURA VEGETAL NATURAL: NOVO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO UTILIZANDO-SE OS SISTEMAS SITIM/ SGI

JOSÉ SIMEÃO DE MEDEIROS
INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE
Av dos Astronautas, 1758 - Cx Postal 515
São José dos Campos - SP
CEP 12201

EDIMAR DA SILVA ANARD
Convenio SUDAM/ OEA
CENTRO DE HIDROCLIMATOLOGIA E SENSORIAMENTO REMOTO DA AMAZÔNIA - CHERA
Av. Alairante Barroso, 426 - Belem - PA
CEP 66050

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi apresentar um novo procedimento metodológico para o mapeamento da alteração da cobertura vegetal natural através do processamento digital de imagens Landsat - TM e da cartografia automatizada (utilizando-se de forma integrada o SITIM e o SGI), como uma alternativa à curto prazo para a metodologia utilizada neste tipo de mapeamento na última década. A área teste selecionada foi a parte do município de Paragominas (PA), abrangida pela carta planimétrica SA.23-Y-C (MIR-124, na escala 1:250000), delimitada pelas coordenadas geográficas 3°00'00" e 4°00'00" de latitude Sul e 46°30'00" e 48°00'00" de longitude Oeste. Na fase de processamento digital no SITIM, as imagens (bandas 3,4 e 5) foram subdivididas em módulos, registrados sobre a carta planimétrica e classificados pelo método da máxima verossimilhança. Após inserir os módulos das imagens no sistema de informações geográficas SGI, foram executadas diversas funções de manipulação e de conversão para determinar a porcentagem da área de vegetação natural alterada dentro da área teste. Todo o procedimento metodológico foi descrito passo a passo para possibilitar que qualquer pessoa familiarizada com o SITIM e o SGI possa utilizá-lo.

ABSTRACT

The objective of this work was to show a new methodological procedure for the mapping of natural cover vegetation changes through Landsat-TM image digital processing and automatized cartography (by using of the SITIM and SGI in a integrated way), as a near-term for the methodology used in the last decade. The test site encompassed part of the Paragominas municipality (State of Para), located at SA.23-Y-C, UTM grid map (MIR-124, 1:250000 scale), and delimited by geographic coordinates 3°00'00" and 4°00'00" S. Lat. and 46°30'00" and 48°00'00" W. Long. In the digital processing phase at SITIM, the images were subdivided in modules, registered over the UTM grid map and classified by the maximum likelyhood method. After merging the images modules in the geographic information system SGI, some functions of manipulation and conversion were executed to determine the percentage of natural vegetation that had been altered in the study area. All the methodologic procedure was described in a step by step fashion to help others wishing to work with SITIM and SGI.

1 - INTRODUÇÃO

O Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) tem realizado desde a década de 70, isoladamente ou em convênio, diversos mapeamentos da alteração da cobertura vegetal na Região Amazônica, que englobaram toda região ou apenas alguns Estados.

A metodologia utilizada nestes trabalhos tem sido baseada na interpretação visual de imagens orbitais utilizando-se duas bandas espectrais (Tardin, 1979; SUDAM, 1988), ou mais recentemente, composições coloridas (INPE, 1989), com os resultados finais apresentados na forma de mapas nas escalas de 1:250000, ou 1:500000, ou 1:1000000.

Em resumo, nesta metodologia é realizada primeiramente a fase de interpretação visual preliminar das imagens, seguida (às vezes) de um trabalho de campo, onde são verificados as dúvidas que surgiram na fase de interpretação pela equipe técnica. Após o trabalho de campo as interpretações são corrigidas e tem

início a fase mais demorada e cansativa, que é a contagem de áreas e a arte final dos mapas.

Nesta última fase, dependendo do tamanho da equipe, da escala de apresentação e da área total abrangida, pode-se perder muitos meses para levar a cabo todo o trabalho e no final das contas, acaba-se por produzir um relatório que pode estar muito defasado da realidade, em relação a certas regiões onde a dinâmica de ocupação é muito intensa.

A SUDAM, através do seu Centro de Hidroclimatologia e Sensoriamento Remoto, iniciou em julho de 1989 a implantação de uma base de dados geocodificada da sua área de atuação ou seja a Amazônia Legal (Medeiros, 1989). A função desta base de dados é dar suporte as atividades de mapeamento dos Recursos Naturais e de planejamento regional desenvolvidas pela própria SUDAM e por outras instituições atuantes na Região.

Dentre a variada gama de aplicações possíveis para esta base de dados, uma delas é propiciar uma avaliação periódica da ocupação da região e seus impactos. Para isto, é importante manter sempre atualizado as áreas que foram alteradas nos diversos ecossistemas da Região.

Como a metodologia utilizada até agora tem produzido resultados (principalmente os mapas) quase sempre defasados, torna-se necessário a busca por novos procedimentos metodológicos, que ao mesmo tempo, possam integrar os dados já disponíveis e armazenados em sistemas de informações geográficas com os dados recentes, sinópticos e repetitivos gerados pelo processamento digital das imagens orbitais, objetivando produzir uma avaliação mais rápida e atualizada das áreas alteradas nos ecossistemas Amazônicos.

Assim sendo, este trabalho descreve um procedimento metodológico que possibilita a automatização da avaliação das alterações da cobertura vegetal, utilizando de forma integrada o Sistema de Tratamento de Imagens - SITIM e o Sistema de Informações Geográficas - SGI, além de mostrar que esta nova abordagem pode ser operacionalizada utilizando-se estes sistemas instalados em microcomputadores.

2 - ÁREA TESTE

A área teste selecionada (Figura 1) faz parte do município de Paragominas, situado no Estado do Pará, entre 3 00 00 e 4 00 00 de Latitude Sul e 46 30 00 e 48 00 00 de Longitude Oeste. Esta área está contida na carta planimétrica SA.23-Y-C (MIR - 124), denominada de Paragominas, sendo também abrangida pelas imagens Landsat - TM das seguintes órbitas / pontos: 222/62, 222/63, 223/62 e 223/63.

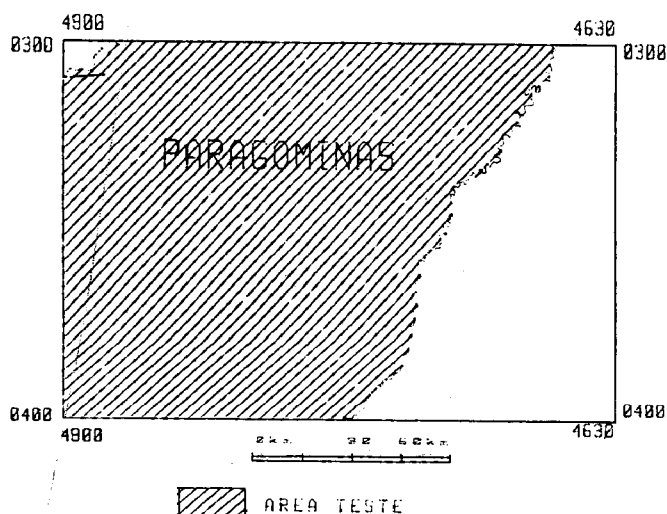


Fig 1 - Localização da área teste.

3 - MATERIAL

Para o desenvolvimento do trabalho foi necessário o seguinte material:

- imagens Landsat - TM, das bandas 3, 4 e 5, no formato de fitas compatíveis com computador, das seguintes órbitas/pontos: 222/62 e 222/63, obtidas em 16/agosto/1988 e 223/62 e 223/63, obtidas em 06/julho/1988;

- carta planimétrica na escala de 1:250000, do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) - Projeto Radam, folha SA.23-Y-C (MIR - 124), denominada de Paragominas e produzida em 1973;

- sistema de tratamento de imagens SITIM, com processador numérico rápido - "PNR" (placa aceleradora), instalado em microcomputador do tipo PC - AT, com disco rígido de 40 Mb e ligado em rede local para microcomputadores;

- sistema de informações geográficas SGI, instalado em microcomputador do tipo PC - AT, com disco rígido de 55 Mb, traçador gráfico e mesa digitalizadora de formato A1, também ligado na rede local.

4 - METODOLOGIA

As atividades necessárias ao desenvolvimento do trabalho podem ser subdivididas em três partes: operações no SITIM, operações com o sistema operacional (DOS) e operações no SGI.

Para facilitar a utilização desta metodologia por qualquer pessoa familiarizada com o SITIM e o SGI, optou-se por descrevê-la passo a passo.

4.1 - OPERAÇÕES NO SITIM

Passo 1 - Definição dos módulos e gravação das imagens.

Com a carta planimétrica à disposição e com toda imagem visualizada no monitor da unidade visualizadora de imagens (UVI), procede-se a escolha da parte da imagem a ser transferida para o disco rígido. Isto deve ser feito tantas vezes quanto necessário, até recobrir toda área da carta com os módulos. Em geral serão precisos pelo menos 6 módulos para cobrir uma carta.

Passo 2 - Registro dos módulos sobre a carta

Esta operação é necessária para a transformação do sistema de projeção original das imagens para o sistema de projeção cartográfica (UTM) utilizado pelas cartas planimétricas, de maneira que ocorra o melhor ajuste possível entre o módulo de imagem e a carta. Nesta operação são utilizadas as diversas funções para registro de imagens disponíveis no SITIM.

Passo 3 - Classificação digital dos módulos

Após o término dos registros procede-se a classificação digital dos módulos que pode ser feita utilizando-se qualquer um dos métodos implementados no SITIM, com exceção do método do paralelepípedo, porque não classifica as imagens no disco rígido, somente no monitor. Caso o SITIM esteja equipado com PNR deve ser realizada a classificação utilizando-se o método da máxima verossimilhança.

Passo 4 - Uniformização de Temas

Este é um método de pós-processamento disponível no SITIM e que consiste numa filtragem espacial que analisa o pixel central de uma matriz, de acordo com um peso e um limiar como parâmetros de análise, passando o pixel a pertencer à classe vizinha de maior frequência de ocorrência. Em termos práticos, pode-se utilizar este método após a classificação, propiciando uma maior uniformidade das áreas classificadas na imagem temática.

4.2 OPERAÇÕES NO SISTEMA OPERACIONAL

Uma das restrições para a entrada de imagens no SGI, é que as imagens tem que necessariamente possuir o mesmo nome do Projeto para o qual serão transferidas. Como para recobrir toda carta são necessários vários módulos, deve-se então executar algumas operações com os comandos do sistema operacional e executar alguns programas do SITIM que normalmente não são utilizados e por isso não são mostrados pelo menu principal.

Uma das restrições para a entrada de imagens no SGI, é que as imagens tem que necessariamente possuir o mesmo nome do Projeto para o qual serão transferidas. Como para recobrir toda carta são necessários vários módulos, deve-se então executar algumas operações com os comandos do sistema operacional e executar alguns programas do SITIM que normalmente não são utilizados e por isso não são mostrados pelo menu principal.

Passo 5 - Criação do arquivo descritor de imagens

Com a execução dos programas LEATR.EXE e CRIMA.EXE respectivamente, torna-se possível a leitura do arquivo descritor (arquivo com a extensão ".D") da imagem que se deseja transferir e a criação de um novo arquivo descritor no qual a imagem a ser transferida possua o mesmo nome do projeto do SGI, onde será inserida.

Passo 6 - Troca de nomes dos arquivos

Nesta etapa utiliza-se o comando "rename" do sistema operacional. Além da imagem a ser transferida (arquivos com extensão ".I"), alguns outros arquivos referentes ao registro do módulo de imagem sobre a carta e a imagem classificada (arquivos com a extensão ".REF" e ".TAB"), também devem ser transferidos.

4.3 - OPERAÇÕES NO SGI

Passo 7 - Transferência das imagens

Após ativar no SGI o projeto para o qual devem ser transferidas as imagens, utilizar a função ENTRADA DE IMAGENS para realizar a transferência das bandas desejadas. Esta atividade deve ser efetuada várias vezes até serem transferidos todos os módulos de imagens que compõem o projeto ou a área de estudo dentro do projeto.

Passo 8 - Alterações das imagens temáticas

Após terminar a transferência de cada módulo para o SGI devem ser realizadas algumas alterações na imagem temática que agora é um plano de informação (PI) com o nome "c". Estas alterações são relativas à mudança no nome do PI e a reclassificação das suas classes ou temas em uma única classe, dando origem a um novo PI de uma classe contendo as áreas alteradas. Não é necessário classificar mais de uma classe, como por exemplo vegetação, pois assume-se que já existem PIs com este tema, no sistema de informações geográficas.

Passo 9 - Eliminação do PI "c" e de arquivos

Com a criação de outro PI após a reclassificação do PI "c" torna-se necessária sua eliminação, juntamente com os arquivos que possuírem o mesmo nome do projeto seguido das extensões ".D", ".REF" e ".TAB". A eliminação do PI "c" deve ser feita obviamente no SGI, pela função ELIMINAR PI e a dos outros arquivos pelo comando "delete" do sistema operacional.

Passo 10 - Conversão das resoluções

O objetivo desta operação é permitir a transformação da resolução de todos os PIs no formato "raster" (inclusive as imagens temáticas) que serão utilizados na análise dos dados, para uma resolução comum a todos, isto é, todos os pixels de todos os PIs devem obrigatoriamente ter as mesmas dimensões. Para esta operação utiliza-se a função CONVERSÃO DE RESOLUÇÃO, sendo que é melhor executá-la somente depois da transferência de todos os módulos das imagens para o projeto no SGI.

Passo 11 - Manipulação de PIs

Finalmente com a utilização da função SOBREPOR pode-se sobrepor um a um (com a operação booleana "OU") todos os PIs gerados a partir das imagens temáticas, produzindo um único PI resultante da sobreposição de todos os outros e que contém toda a classificação digital dos diversos módulos iniciais. Alternativamente, utilizando-se a função CRUZAR a mesma coisa pode ser feita, desde que, se estabeleça um conjunto de regras.

Isoladamente sobre o PI resultante das classificação ou combinando-o com os outros PIs do projeto, pode-se realizar as várias operações de manipulação disponíveis no SGI para atingir um objetivo pré-determinado, como por exemplo, se fez neste trabalho.

Passo 12 - Conversão de formatos

Como todas as funções de manipulação no SGI são realizadas com os PIs no formato "raster", torna-se necessário as transformações destes PIs para o formato vetorial, caso se deseje obter o desenho dos PIs no traçador gráfico ou realizar correções no PI resultante dos módulos. Para proceder a conversão deve-se utilizar a função CONVERSÃO VARRETIURA-VETOR.

Passo 13 - Apresentação dos resultados

Para apresentação do documento cartográfico final são utilizadas as diversas funções da opção de GERAR CARTAS, de maneira a produzir uma carta com todos os PIs que seja necessário apresentar, enquanto que um relatório de cada PI pode ser obtido pelas funções da opção LISTAGEM.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL ALTERADAS NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS

Através da utilização de algumas dentre as várias funções de manipulação do SGI, realizou-se a análise necessária para determinar a distribuição das áreas de vegetação alteradas no município de Paragominas. Nesta análise utilizou-se os PIs já digitalizados na base de dados; o PI DIV, que contém a divisão política e o PI DESM, resultante da sobreposição das imagens temáticas inseridas no SGI.

Como o PI DIV possui 3 classes (partes dos municípios de São Domingos do Capim e Paragominas e parte do Estado do Maranhão) e o PI DESM somente uma (as áreas alteradas) foi utilizada para sobreposição a função SOBREPOR, com a operação booleana "AND" executada entre a classe 1 (Paragominas) do PI DIV e a classe 1 do PI DESM. O resultado foi outro PI, denominado de DEPR, com a intersecção dos dois primeiros, isto é, as áreas de vegetação alteradas dentro do município de Paragominas.

Com a utilização da função CALCULAR ÁRIAS foram calculadas as áreas classes de interesse nos respectivos planos, isto é, a área total do município de Paragominas abrangida pelo projeto do SGI (carta planimétrica), que foi de 128.200 Ha e também a área total de vegetação natural alterada, que foi de 36.650 Ha, correspondendo a 30.14 % da área do município neste projeto.

Para permitir a elaboração do documento cartográfico final com as áreas de vegetação natural alteradas (Figura 2), foram selecionados os seguintes PIs: o PI DEPR, contendo as áreas de vegetação natural alteradas dentro do município de Paragominas;

o PI DIV, contendo a divisão política; e o PI DRE, contendo a rede de drenagem.

Outras análises poderiam ser realizadas cruzando-se estes com os outros PIs deste projeto, como também poderia ser obtido um documento cartográfico mais completo, o que não foi feito por não ser objetivo do trabalho.

5.2 - DETERMINANDO A RESOLUÇÃO PARA OS ARQUIVOS "RASTER" NO SGI

Vale a pena lembrar que a utilização desta metodologia pressupõe a existência de uma base de dados conforme sugeriu Madeiros (1989) e que vem sendo implantada no CHSRA desde julho de 1989.

Na metodologia tradicional utilizada para o mapeamento das alterações da cobertura vegetal natural, a atividade de cálculo das áreas alteradas realizado sobre os mapas temáticos na escala 1:250000, utilizam geralmente a técnica da grade de pontos com uma malha com dimensões de 1mm x 1mm. Ao imaginar que um elemento desta malha ou grade poderia representar um pixel ou elemento de imagem de um projeto (mapa ou carta) de mesma escala, no formato "raster", dentro do SGI, poderia-se ter uma imagem onde cada pixel representaria uma área de 6.25 Ha no terreno, com as dimensões de 250m x 250m.

Isto quer dizer que se todos os mapas fossem "rasterizados" no SGI com resolução de 250m x 250m, todas as manipulações e resultados possuiriam a mesma qualidade espacial daqueles gerados pela metodologia tradicional.

Partindo-se desta idéia e após a realização de vários testes envolvendo a manipulação e conversão de mapas "rasterizados" com resoluções melhores que a citada anteriormente, decidiu-se que a resolução ideal para manipulação no SGI dos mapas "rasterizados", deveria ser pelo menos 4 vezes melhor que a suposta resolução dos mapas temáticos obtidos com a metodologia tradicional.

Somente com a resolução de 125m x 125m (4 vezes melhor) foi possível obter uma boa representação cartográfica dos mapas (na escala 1:250000) no formato vetorial obtidos a partir da conversão dos mapas "rasterizados". Todos os testes realizados com o desenho de mapas obtidos a partir de mapas "rasterizados" com resoluções mais pobres que 125m x 125m, apresentaram uma representação deficiente, principalmente no desenho dos pequenos elementos.

5.3 CARACTERÍSTICAS DO SGI E A RESOLUÇÃO ESCOLHIDA

Todas as operações que podem ser realizadas com arquivos no formato "raster" na atual versão do SGI, permitem tratar arquivos com o tamanho máximo de 1024 x 1024 pixels.

Como cada carta planimétrica na escala 1:250000 disponível na base de dados digitalizada no SGI possui dimensões aproximadas de 167 Km x 110 Km (para as cartas de latitudes próximas do equador), tanto a conversão de alguns PIs para o formato "raster", quanto a entrada de imagens temáticas, produziria arquivos "raster" maiores do que a capacidade do sistema, se fosse utilizada a resolução de 125m x 125m. Os arquivos teriam dimensões em torno de 1336 x 880 pixels (167000m/125m e 110000m/125m) e consequentemente não sendo possível a sua utilização na atual versão do SGI.

Este problema foi levado para a equipe de analistas do Departamento de Processamento de Imagens do INPE e para a Engespaço, que atualmente estão resolvendo o problema. Como

primeiro resultado foi produzida uma nova versão dos programas do SGI que executam operações com arquivos "raster", com capacidade para tratar arquivos com dimensões de 2048 x 2048 pixels. Estes programas estão sendo testados pela equipe do CHSRA e ainda apresentam alguns defeitos, contudo, permitiram a realização deste trabalho.

Entretanto, deve-se salientar que desejando-se utilizar a resolução de 250m x 250m todos os programas da versão atual funcionam perfeitamente, com exceção do programa que realiza a conversão do formato "raster" para o "vetorial". Este programa às vezes pode apresentar problemas na geração dos arquivos de linhas e de polígonos, devido à falta de memória do computador utilizado. Deve-se lembrar que o "hardware" utilizado em tão complicadas tarefas é apenas um microcomputador e não uma poderosa "workstation".

5.4 - TRABALHANDO COM AS IMAGENS NO SITIM

A resolução das imagens Landsat - TM (30m x 30m) é muitas vezes superior à resolução considerada ideal para manipulação de imagens no SGI, quando se trabalha com projetos na escala de 1:250000. Assim, optou-se por degradar a resolução original das imagens utilizadas no trabalho.

A resolução adotada para as operações com as imagens foi de 60m x 60m, obtendo-se imagens menores e consequentemente, executando as tarefas mais demoradas como as execuções dos programas de registro de imagens e de classificação por máxima verossimilhança, sem contudo, ter prejuízos no resultado da classificação, tendo em vista os objetivos propostos.

5.5 - OPERACIONALIZAÇÃO DA METODOLOGIA

Para operacionalização desta metodologia, alguns pontos relacionados com a utilização do SITIM e do SGI são enfatizados a seguir:

- os passos 5, 6, 7, 8 e 9 devem ser executados uma vez para cada módulo de imagem (contendo 1 ou mais bandas) registrado;
- caso o sistema onde deseja-se implementar esta metodologia tenha pouca espaço para armazenamento (menos de 40 Mb), é aconselhável repetir os passos de 1 a 9 para cada módulo de imagem que formará o projeto no SGI;
- no registro de imagens, deve-se ter muita cautela na fase de aquisição dos pontos de controle evitando-se cometer erros na localização dos pontos de controle na imagem;
- na avaliação da precisão do registro deve-se tolerar erros de desvio de no máximo 2 pixels para as colunas (desvio em "x") e 2 pixels para as linhas (desvio em "y"), o que representa, um erro de aproximadamente 0,5mm, para "x" e para "y" na carta, ou um desvio de 120 para "x" ou para "y" no terreno (na escala 1:250000).
- na fase interativa da classificação, a aquisição de amostras deve ser cuidadosa, escolhendo-se amostras com poucos pixels (entre 16 e 36) que caracterizem bem cada uma das classes;
- antes de realizar a classificação, propriamente dita, é conveniente executar alguns testes, classificando primeiro a imagem no monitor antes de classificá-la no disco rígido e por conseguinte evitando perdas de tempo desnecessárias com resultados de baixa qualidade;

- a uniformização de temas pode ser executada tanto no SITIM quanto no SGI, entretanto é melhor executá-la através do PNR no SITIM, pois, caso aconteça qualquer erro na escolha do limiar e do peso (sugestão: peso = 2 e limiar = 2), torna-se mais fácil refazer a classificação.

Caso haja interesse de alguma instituição que possua o SITIM e o SGI em utilizar este procedimento metodológico, a Tabela 1 apresenta uma estimativa de tempo necessário para a execução das tarefas nos dois sistemas e que poderia ser útil na elaboração por exemplo de um cronograma de atividades.

TABELA 1

ESTIMATIVA DE PERÍODOS DE TEMPO PARA EXECUÇÃO DOS PASSOS QUE ENVOLVERAM O TRABALHO (MIN.)

PASSOS	SITIM	SITIM C/ PNR	DOS	SGI
1) DEF. DOS MÓDULOS E GRAV. DAS IMAGENS	15	15	-	-
2.1) REGISTRO - PARTE INTERATIVA	20	20	-	-
2.2) REGISTRO - REGISTRO DE IMAGENS (P/ 3 BANDAS)	90	30	-	-
3.1) CLASS. DIGITAL - PARTE INTERATIVA	20	20	-	-
3.2) CLASS. DIGITAL - EXEC. NO DISCO (P/3 BANDAS)	30	10	-	-
4) UNIFORMIZAÇÃO DE TEMAS - EXEC. NO DISCO	15	05	-	-
5 e 6) OPERAÇÕES COM DOS	-	-	05	-
7) TRANSFERÊNCIAS DE IMAGENS P/ O SGI	-	-	-	02
8) ALTERAÇÕES NAS IMAGENS TEMÁTICAS	-	-	-	10
9) ELIMINAÇÃO DE PIs	-	-	-	02
10) CONVERSÃO DE RESOLUÇÕES	-	-	-	10
11) MANIPULAÇÕES DOS PIs	-	-	-	30
12) CONVERSÃO DE FORMATOS	-	-	-	150
13) APRES. DOS RESULT. NO TRAÇADOR GRÁFICO	-	-	-	60

OBS 1: os passos de 1 a 9 foram executados uma vez para cada módulo de imagem.
 OBS 2: para completar toda a área de estudo, os passos de 1 a 9 foram repetidos 6 vezes cada um.

Ao analisar a Tabela 1, pode-se constatar que a tarefa mais demorada está relacionada com o programa que realiza a conversão dos arquivos no formato "raster" para arquivos vetoriais, tarefa que pode ser programada para ser executada nos períodos de tempo em que o computador fica ocioso. Somando-se todo o tempo necessário, observa-se que são necessárias cerca de 16 horas para a execução de todas as tarefas sobre uma carta, utilizando-se o SITIM com o PNR. Sem o PNR, o tempo necessário aumenta para 25 horas, comprometendo a utilização desta metodologia quando a quantidade de cartas for muito grande.

5.6 - APLICAÇÕES PARA AS IMAGENS GEOCODIFICADAS

Além de possibilitar a geração de mapas temáticos a partir da classificação digital, estas imagens permitem ainda a execução de pelos menos mais duas atividades de fundamental importância para qualquer base de dados, que são: a interpretação visual das imagens dentro do sistema de informações geográficas e a atualização e correção das cartas que constituem a base de dados.

Na primeira atividade, pode-se digitalizar um PI temático a partir de uma imagem, simplesmente "navigando" o cursor sobre a imagem geocodificada no monitor do computador e interpretando os alvos, podendo-se também, corrigir possíveis erros da classificação digital.

Na segunda, podem ser realizadas correções dos eventuais erros encontrados na malha viária e/ou na rede de drenagem das bases cartográficas, como também podem ser efetuadas atualizações sobre elas.

6 - CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O procedimento metodológico apresentado permitiu a determinação das áreas de vegetação natural alteradas na área de estudo.

A redução de tempo na execução de alguns programas do proporcionada pelo processador numérico rápido, além de facilitar, estimulou a utilização do SITIM nas tarefas tão demoradas, requisitadas pela metodologia apresentada.

Os problemas encontrados na utilização da conversão dos arquivos no formato "raster", para o formato "vetorial", foram considerados as maiores restrições de todo trabalho.

Com pequenas modificações em alguns programas, tanto o SITIM quanto o SGI, podem contribuir sobremaneira para total operacionalização deste procedimento metodológico, assegurando uma boa precisão e qualidade nos documentos cartográficos produzidos.

7 - AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a equipe de Analistas de Sistemas do Departamento de Processamento de Imagens do INPE, envolvida com o desenvolvimento do SITIM e SGI, pela ajuda prestada à execução deste trabalho.

8 - BIBLIOGRAFIA

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). Projeto RADAM. Folha SA.23-V-C. 1973.
- INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. Avaliação da alteração da cobertura florestal da Amazônia Legal utilizando sensoriamento remoto orbital. São José dos Campos. INPE. 1989.
- MEDEIROS, J. S. de. Projeto SIGA, Sistemas de informações geográficas da Amazônia. Belém. SUDAM/ CHSRA. mar, 1989.
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. Levantamento da alteração da cobertura vegetal natural primitiva do Estado do Pará. Belém. SUDAM/ CHSRA. 1988.
- TARDIN, A. T. et alii. Subprojeto Desmatamento (Convênio IBDF/CNPq-INPE). Brasília. IBDF/ CNPq-INPE. 1979.

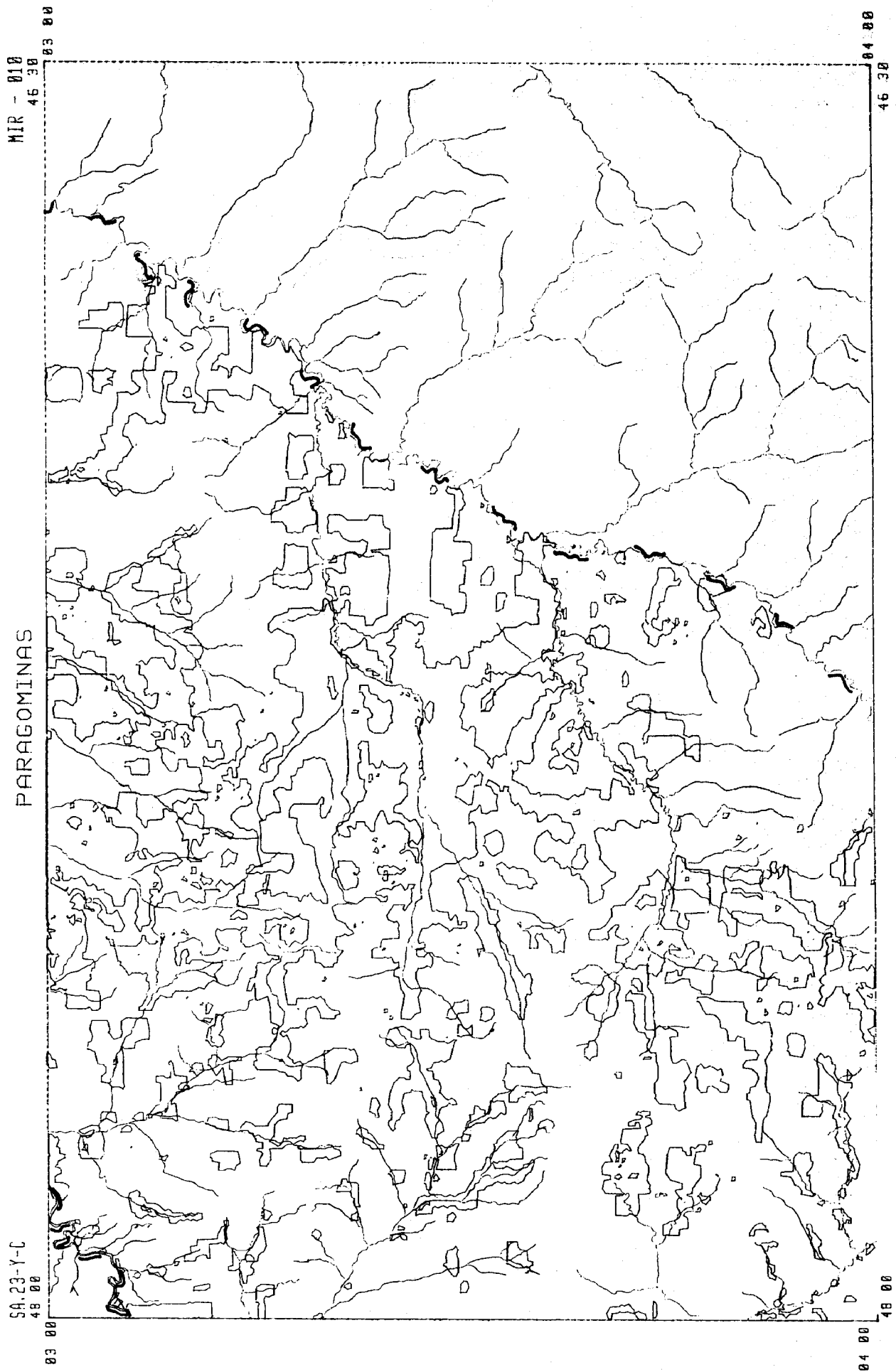


Fig 2. Superposição de tres PIs: a drenagem, a divisão política e as áreas de vegetação alteradas no município de Paragominas