

"MAPEAMENTO DA COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA NA REGIÃO DE TUCURUI ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO DIGITAL SUPERVISIONADA DE IMAGENS TM LANDSAT"

ADRIANO VENTURIERI
ROSA SUMIKO FUNAKI
Convênio SUDAM / OEA

Av. Almirante Barroso, 426 - CEP - 66050 - Belém / Pa

JOSÉ SIMEÃO DE MEDEIROS
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Av. dos Astronautas, 1758 - Cx. Postal 515
São José dos Campos - SP

RESUMO

Este trabalho apresenta uma metodologia que torna operacional o uso da classificação digital supervisionada em grandes áreas (adequada para a Região Amazônica), utilizando-se o Sistema de Tratamento de Imagens - SITIM. A área de estudo selecionada é de aproximadamente 110000 Ha, localizada no Estado do Pará, abrangendo parcialmente os municípios de Itupiranga, Nova Jacundá e Tucuruí e correspondendo a cerca de 100 módulos de imagens (1:50000), obtidos a partir da subdivisão de imagens LANDSAT-TM (223/63; 223/64; 224/63 e 224/64). Foi possível a discriminação de 03 diferentes padrões de Cobertura Vegetal (Floresta de Terra Firme, Capoeira e Campos) e 05 de Uso da Terra (Pasto Limpo, Pasto Sujo, Cultura Agrícola, Solo Exposto e Queimada). Também pode ser detectado o padrão água, que apresenta uma área bem expressiva dentro do trabalho, e que pode ser separado em dois tipos (Limpa e Suja), conforme a presença ou não de sedimentos, e que foram posteriormente agrupados em uma única classe. Também foi verificado que a classificação digital supervisionada (Máxima Verossimilhança) pode ser utilizada na região com grau de exatidão satisfatório e que as principais limitações de uso estão condicionadas à heterogeneidade de algumas áreas proporcionada pelas diferentes formas de ocupação.

ABSTRACT

This work presents a methodology which allows the use of supervised digital classification in large areas (therefore being well-suited for Amazonia), by utilizing the image processing system called SITIM. The selected study area was approximately 110000 Ha, located in Para State and covering parts of Itupiranga, Nova Jacunda, and Tucuruí counties and corresponding to about 100 images modules (1:50000) obtained by the subdivision of the following LANDSAT-TM images: 223/63, 223/64, 224/63, and 224/64. The discrimination of 3 different vegetation cover patterns was possible (forest, natural regeneration, and fields) as was the discrimination of 5 land-use patterns (clean pasture, degraded pasture, agriculture land, bare soil, and burned ground). Water, which occupied a substantial portion of the study area, could also be separated into clear and murky (depending on the presence of sediments or macrophytes plants) but the final analysis both these types were joined. We also verified that the supervised digital classification (maximum likelihood) can be used with satisfactory exactness and that main limitations in its use are conditioned by the heterogeneity of some areas due subjected to different types of occupation.

1 - INTRODUÇÃO

O Centro de Hidroclimatologia e Sensoriamento Remoto (CHSRA) da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) vem desenvolvendo desde 1987 diversos trabalhos no Estado do Pará, relacionados com o mapeamento da Cobertura Vegetal Natural e do Uso da Terra. Esses trabalhos tem por objetivo o conhecimento mais atualizado de algumas Regiões de interesse do Programa de Estudos e Pesquisas nos Vales Amazônicos (PROVAM), criado a partir de um acordo de cooperação existente entre a SUDAM e a Organização dos Estados Americanos - OEA.

Os primeiros trabalhos realizados consistiram no mapeamento em escala de semi-detalhe (1:100000) da Cobertura Vegetal e do Uso da Terra desenvolvido em regiões do nordeste paraense, realizados através da análise visual de imagens Landsat-TM (Sano et alii, 1988; Sano et alii, 1989).

A metodologia utilizada nesses trabalhos baseava-se na interpretação visual de imagens P&B no formato de papel e no

processamento digital de imagens, encontrado no Sistema de Tratamento de Imagens (SITIM). Nesse processamento subdividia-se as imagens contidas nas Fitas Compatíveis com Computador (CCT) em sub-imagens ou módulos, e executavam-se funções (ampliação linear de contraste e manipulação de contraste) que realçavam as imagens, aumentando a discriminação visual entre os vários alvos existentes. Posteriormente esses módulos eram fotografados em diapositivos coloridos (numa composição que associava a banda 3 à cor azul, a banda 4 à cor verde e a banda 5 à cor vermelha) sobre as quais realizava-se a interpretação visual utilizando-se o amplificador óptico PROCUM-2.

Como pode-se constatar, a classificação digital (interpretação automática) não era utilizada porque o tempo necessário para executar este tipo de operação nos microcomputadores que suportam o SITIM é extremamente elevado, inviabilizando com isso a utilização desta técnica no mapeamento em grandes áreas, como é o caso dos projetos na Região Amazônica, visto que seria necessário muito tempo para realizar a classificação de dezenas de imagens que cobrem por exemplo, um município.

O INPE e a ENGESPACO desenvolveram um dispositivo denominado Processador Numérico Rápido, vulgarmente conhecido como "Placa Aceleradora" e quando instalado no SITIM, possibilita um aumento da velocidade de processamento em algumas dezenas de vezes, reduzindo consideravelmente o tempo necessário para a execução de alguns programas mais complexos, como por exemplo, a classificação por máxima verossimilhança, filtragens digitais e outros.

Com a instalação de um processador numérico rápido em um dos SITIMs do CHSRA está sendo possível o planejamento e execução de diversas atividades que antes poderiam ser consideradas como não operacionais, como por exemplo, a utilização das técnicas de rotação de imagens para realce e da classificação digital para o mapeamento de grandes áreas, envolvendo dezenas de imagens.

Assim sendo, foi possível a elaboração deste projeto com o apoio do PROVAM, e que tem como objetivo desenvolver uma metodologia que torne operacional o uso da classificação digital para o mapeamento, em semi-detalle (1:100000), da Cobertura Vegetal e Uso da Terra em grandes regiões.

2 - ÁREA DE ESTUDO

Tendo em vista a redução de custos com aquisição de imagens, foi selecionada uma área onde já havia disponibilidade de imagens (no formato CCI) de passagens recentes. Esta área abrange a região de influência da barragem de Tucuruí e corresponde a partes dos municípios de Tucuruí, Nova Jacundá e Itupiranga,

localizando-se entre os meridianos 49 00 W e 50 00 W e os paralelos 3 30 S e 5 30 S, com uma área de aproximadamente de 110000 Ha. Suas principais vias de acesso são as rodovias PA-150, PA-263 e BR-230 (Transamazônica).

A Geologia da região de estudo é representada pelos Aluviões com Cascalhos, Areias e Argilas do Quaternário e Arenitos Finos, Siltitos e Argilitos Caulínicos, da Formação Barreiras do Terciário (DNPM, PROJETO RADAM BRASIL, 1974)

Na região, predominam solos de baixa fertilidade natural (Latosolo Amarelo e Vermelho Amarelo) em relevos ondulados a suave ondulados (EMBRAPA/CPATU, 1980 e CONVÊNIO ELETRONORTE/INPA, 1983)

Segundo a classificação de Köppen, ocorrem 2 sub-tipos climáticos na área de estudo: clima tropical úmido (Af) com uma precipitação média maior ou igual a 60 mm no mês mais seco e Clima tropical úmido de monção (Am), caracterizado pela excessiva precipitação durante alguns meses, que compensa um ou dois meses com precipitação abaixo de 60 mm. Possui uma temperatura média anual em torno de 26 C com a umidade relativa do ar variando entre 80 e 90% (CONVÊNIO SUDAM/IPEAN, 1975, SUDAM/PHCA, 1984)

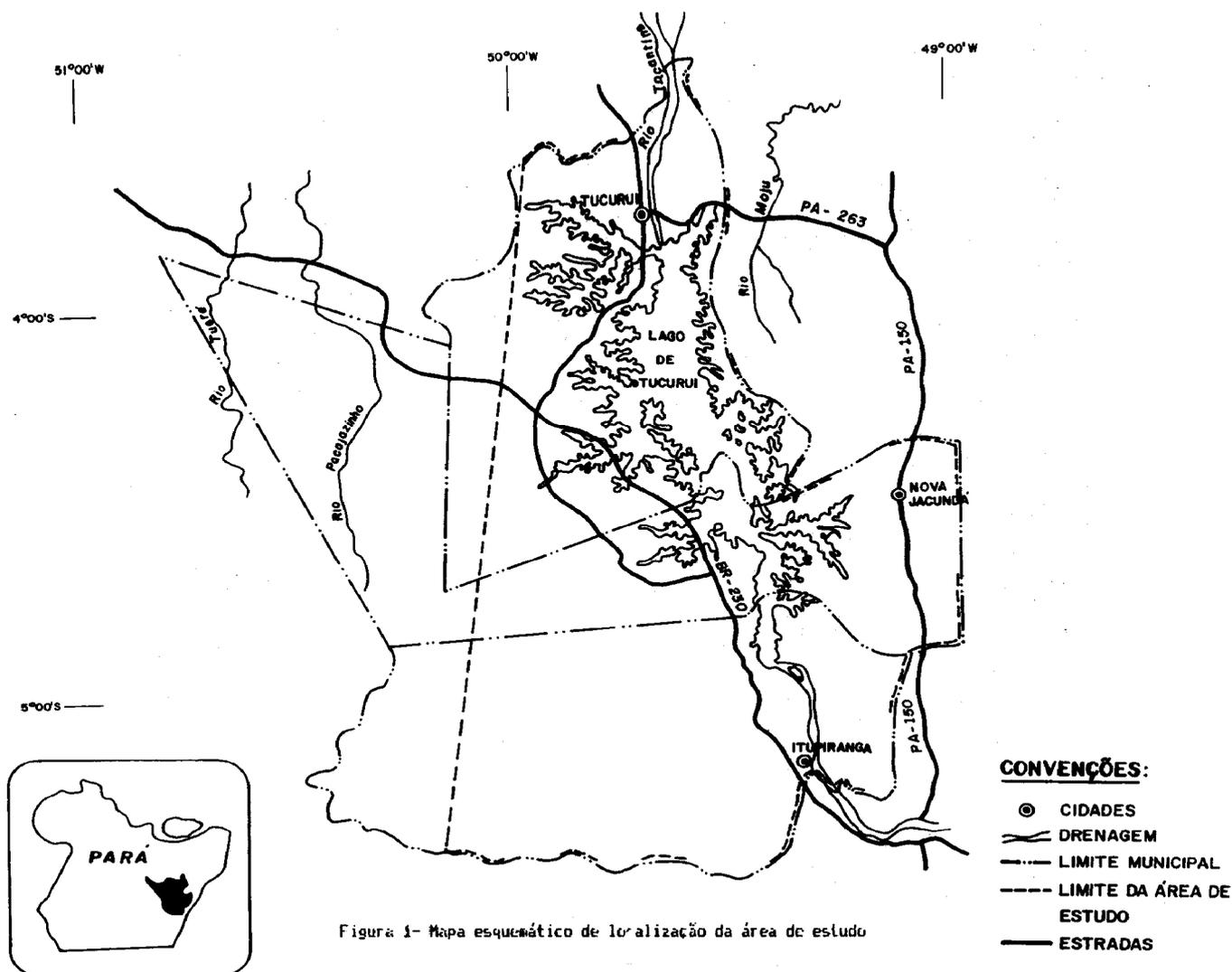


Figura 1- Mapa esquemático de localização da área de estudo

3 - MATERIAL

Na tabela 1 estão relacionadas as imagens TM-Landsat 5 no formato de fitas compatíveis com computador e em papel P88 na escala 1:250000 que foram utilizadas.

TABELA 1

Imagens TM-Landsat da área de estudo

ORBITA/PONTO	QUADRANTE	PASSAGEM
223/63	A	24/9/88
223/63	C	24/9/88
223/64	A	22/7/88
224/63	B	14/8/88
224/63	D	14/8/88
224/64	A	22/8/88
224/64	B	22/8/88

A tabela 2 mostra as cartas planialtimétricas utilizadas para a confecção das bases cartográficas.

TABELA 2

Cartas Planialtimétricas 1:100000 da área de estudo

MAPA INDICE	FOLHA	CODIGO	EXECUTOR
660	FACAJÁ	SA 22-Z-C-IV	D56
661	RIO ARAUÁ	SA 22-Z-C-V	"
662	TUCURUI	SA 22-Z-C-VI	"
727	FAZ. CACHIMBINHO	SB 22-X-A-I	"
728	MAKACAJÁ	SB 22-X-A-II	"
729	REPARTIMENTO	SB 22-X-A-III	"
730	JACUNDÁ	SB 22-X-B-I	"
798	-----	SB 22-X-A-II	"
799	RIO BALUKI	SB 22-X-A-VI	"
800	NOVA IPIXUNA	SB 22-X-B-IV	"
801	FAZ. GAÚCHA	SB 22-X-B-V	"
871	FAZ. SANTA CRUZ	SB 22-X-C-II	"
872	RIO CAJAZEIRAS	SB 22-X-C-III	"
873	MARABÁ	SB 22-X-D-I	"

Além disso, foram utilizados ainda os seguintes equipamentos:

- Sistema de Tratamento de Imagens (SITIM) com processador numérico rápido instalado em microcomputador do tipo "AT";

- Gravador de filme fotográfico "REMBRANDT";

- Ampliador óptico "FRUCUM-2";

4 - METODOLOGIA

4.1 - Confecção das Bases Cartográficas

Em papel poliéster opaco foi confeccionada a base cartográfica da área de estudo a partir da extração da malha viária e rede de drenagem contidas nas cartas planialtimétricas (tabela 2). O trecho do Rio Tocantins atingido pela construção da barragem, foi omitido pelo fato de que as cartas que cobrem esta área teriam sido confeccionadas antes da construção e reapresentamento das águas.

4.2 - Processamento Digital das Imagens

4.2.1 - Subdivisão das Cenas Originais

Em função da limitação de espaço para armazenamento de dados no disco rígido, cada quadrante de imagem (3084 x 3084 pixels) foi subdividido em 4 sub-imagens de aproximadamente 1540 x 1540 pixels. Após a execução da classificação supervisionada de cada uma destas sub-imagens foi realizada uma nova subdivisão em módulos de 512 x 512 pixels correspondendo no monitor do SITIM, a uma escala de trabalho de aproximadamente 1:50000. A figura 2 mostra como foram subdivididas as imagens da área de estudo.

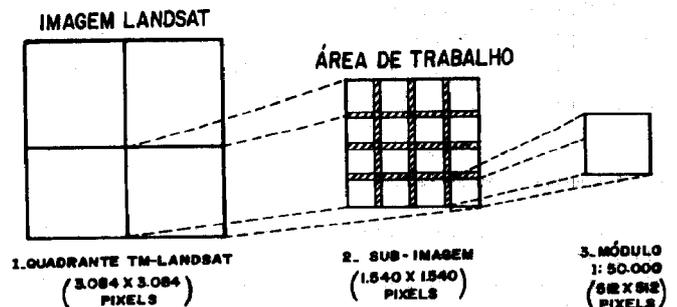


Figura 2 - Esquema de Sub-divisão das imagens em módulos

4.2.2 - Seleção de Bandas

A partir das bandas originais do TM (3,4 e 5) da área de estudo, procurou-se obter mais algumas bandas a fim de melhorar a qualidade da classificação. Para criação destas imagens foram utilizados os programas de Transformação IHS, Principais Componentes, Realce por Decorrelação e Razão Entre Canais. Para esta seleção de bandas foi utilizado o programa de Seleção de Atributos, que avalia através de distâncias estatísticas o melhor sub-conjunto de bandas que maximizam a separabilidade entre as classes, a partir de um dado número de bandas.

4.2.3 - Manipulação de Contraste

Com o objetivo de aumentar a discriminação visual de diferentes alvos na imagem, sem alterar o valor do pixel, optou-se por este método de realce de imagem. Os valores de ganho e off-set para cada canal foram variáveis nas diversas subimagens de um quadrante em virtude da diversidade de alvos encontrados na área de estudo.

4.2.4 - Classificação Supervisionada

Na classificação supervisionada foi utilizado o método da máxima verossimilhança. Antes de ser executada no disco rígido, realizava-se algumas classificações sobre a imagem no monitor, tendo em vista verificar se o resultado a ser obtido com a classificação final seria satisfatório.

Esta fase envolveu as seguintes etapas:

4.2.4.1 - Aquisição de Amostras

Esta função permitiu a aquisição de amostras nas diversas bandas disponíveis no disco (3,4,5,I,H e S).

4.2.4.2-Análise de Amostras

Esta função permitiu a seleção de amostras que caracterizavam de fato a classe a que pertenciam, tendo-se eliminado todas as amostras que apresentavam confusão com outras classes e que apresentaram desempenho de classificação abaixo de 90%, quando classificadas com 95% de probabilidade dos pixels pertencerem à classe. De posse de no mínimo três amostras/classe dava-se início a outra etapa do processo de classificação.

4.2.4.3-Seleção de Atributos

A precisão de uma classificação será maior quanto maior for o número de bandas utilizadas, supondo-se um número de amostras suficientes (Dutra et alii, 1981). Como o programa "Classificação por Máxima Verossimilhança" instalado no SITIM do CNRSA não está funcionando para classificar mais de 3 bandas, tentou-se obter dentre as 6 bandas existentes, a melhor combinação de 3 bandas que, forneceria o melhor desempenho na classificação. Para isto foi utilizado a função de Seleção de Atributos.

4.2.4.4-Reaquisição de Bandas

Após o conhecimento da combinação que forneceria a melhor classificação, utilizou-se a função de "Reaquisição de Bandas" que consiste na inicialização de uma nova sessão de trabalho, com as três bandas escolhidas na seleção de atributos.

4.2.4.5-Análise da Matriz de Classificação

A função matriz de classificação gera uma matriz resultante da classificação das amostras, apresentando também o desempenho da classificação, a porcentagem de área não classificada e a porcentagem de confusão entre as classes. Com a análise desta matriz foi possível determinar o melhor limiar para uma classificação com alto desempenho, baixo grau de abstenção e baixo grau de confusão.

4.2.4.6-Classificação Maxver

Com o resultado satisfatório do desempenho verificado na matriz de classificação, executou-se primeiramente a classificação da imagem no monitor de vídeo, inicialmente para verificar se a classificação era satisfatória ou não, confrontando-se com o conhecimento que se tinha da área, e com as imagens disponíveis no monitor. Quando a classificação no monitor era considerada como satisfatória, procedia-se a classificação da subimagem de 1540 x 1540 pixels no disco.

4.2.4.7-Uniformização de Temas

Moreira et alii (1982) descreveu que este método consiste numa filtragem espacial que analisa o "pixel" central de uma matriz 3 X 3, de acordo com o Limiar e o Peso como parâmetros de análise, passando a pertencer à classe vizinha de maior frequência de ocorrência. Este método de pós-processamento foi utilizado na classificação para dar maior uniformidade nas áreas classificadas.

5 - AQUISIÇÃO DOS DIAPOSITIVOS

Após haver concluído todas as etapas de classificação digital e uniformização de temas, a subimagem de 1540 x 1540 pixels foi subdividida novamente em pequenas imagens de 512 x 512 pixels (módulos), que correspondem a uma escala de 1:50000, no monitor. Estes módulos com a classificação automática e a composição colorida, foram fotografados pelo gravador de filme fotográfico "REMBANDI".

6 - TRANSFERÊNCIA DOS RESULTADOS PARA A BASE CARTOGRÁFICA

Os diapositivos com a classificação automática e com a composição colorida foram levados ao ampliador óptico PROCOM-2. No ampliador óptico PROCOM-2 as informações contidas nos diapositivos, depois de ajustados sobre a base cartográfica, foram transferidos da seguinte maneira: primeiro com o diapositivo da composição colorida (banda 3 associada a cor azul, banda 4 a cor verde e banda 5 a cor vermelha) procedeu-se a atualização do sistema viário e correção das drenagens. Posteriormente com os diapositivos da classificação digital transferia-se para a base cartográfica os resultados da cobertura vegetal e uso da terra. Quando esses diapositivos apresentavam áreas não classificadas, confusão na classificação de algumas áreas ou necessitavam do desmembramento de algumas classes, agrupadas para facilitar a classificação digital, utilizava-se novamente o diapositivo com a composição colorida, interpretando-o nestas áreas para completar a classificação.

7 - TRABALHO DE CAMPO

A fase de trabalho de campo teve por objetivo o estabelecimento das classes de Uso da Terra e Cobertura Vegetal presentes na área de estudo, com a visita de alguns locais selecionados nas imagens e que serviram para a comparação com os resultados da classificação de alguns módulos, realizados previamente.

Para tanto, foram utilizadas ampliações fotográficas da composição colorida e da classificação automática de 8 módulos, em papel (escala 1:50000), distribuídos estrategicamente na área de estudo (principalmente onde havia concentração de rodovias), e as imagens em papel P&B na escala 1:250000 (bandas 3 e 4), as quais serviram para dar a noção da distribuição espacial dos núcleos populacionais, das rodovias e das áreas com ocupação agropecuária.

Nem todos os locais selecionados foram verificados, devido às precárias condições em que se encontravam alguns ramais de acesso, tendo-se cumprido aproximadamente 80% dos objetivos propostos.

8 - RESULTADOS PRELIMINARES

8.1 Seleção de Bandas

Dos programas utilizados para a obtenção de bandas adicionais, apenas a Transformação IHS que permite o aumento do contraste de uma imagem através de sua decomposição nas componentes de Intensidade (I), Matiz (H) e Saturação (S) (Dutra e Menezes, 1988), apresentou resultados satisfatórios, obtendo-se assim mais três bandas que melhoraram significativamente o desempenho da classificação. Os outros programas testados não apresentaram um bom resultado, inviabilizando com isso a sua utilização.

8.2 Aquisição e Análise de Amostras

A aquisição de amostras pequenas, de poucos pixels (entre 9 e 25), foram muito importantes para a qualidade da classificação pois caracterizavam de fato a classe em questão. Este procedimento tornou-se ainda mais necessário devido as pequenas dimensões das áreas ocupadas por algumas classes e da heterogeneidade dos alvos na região de estudo.

Para que se pudesse lançar mão destas amostras e executar com segurança a classificação, utilizou-se a função de análise de amostras, que apresenta o desempenho de cada amostra, mostrando também se está ocorrendo interferência de outras classes nas amostras. O valor do limiar escolhido foi o que permitiu que o pixel tivesse 90% de probabilidade de pertencer a classe, durante a análise de amostras.

8.3 Seleção de Atributos

O objetivo inicial era classificar as imagens utilizando-se as 6 melhores bandas que foram determinadas na fase de seleção de bandas. Como o programa do SIMM para classificação por máxima verossimilhança não está funcionando para mais de 3 bandas, foi necessário realizar novamente a seleção das 3 melhores bandas dentre as 6 iniciais, utilizando-se o programa de seleção de atributos. O melhor subconjunto de 3 bandas não foi constante, pois dependendo da subimagem a ser classificada ocorria uma mudança entre as melhores bandas, ora aparecendo a combinação 4,5,1 ora aparecendo 3,4,5 e assim sucessivamente.

8.4 Análise da Matriz de Classificação

Após terem sido escolhidas as melhores bandas, na seleção de atributos, iniciou-se um novo passo no trabalho já com as 3 melhores bandas selecionadas. Desta maneira, uma nova análise de amostras foi realizada com limiar que correspondia a 99% de chance do ponto pertencer a classe, para depois então gerar a matriz de classificação com o mesmo limiar. Com este procedimento foi possível realizar uma nova seleção de amostras reduzindo-se a praticamente zero a porcentagem de pixels não classificados e a porcentagem de pixels classificados incorretamente, consequentemente obtendo-se um desempenho de classificação bem próximo de 100%.

A figura 3 mostra uma matriz de classificação, considerada ideal, onde foi possível ter uma idéia da qualidade de classificação que seria obtida numa subimagem.

CLASSES ANALISADAS	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 - MATA	2,0	98,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 - SOLO EXPOSTO	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 - CAPOEIRA	0,0	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 - PASTO LIMPO	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 - PASTO SUJO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 - CULT. AGRICOLA	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	98,1	0,0	0,0	0,0	0,0
7 - QUEIMADA	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	98,8	0,0	0,0	0,0
8 - AGUA LIMPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0	0,0
9 - AGUA SUJA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0
10 - CULT. AGRICOLA 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100

Desempenho Médio: 99,37
 Abstenção Média: 0,63
 Confusão Média: 0,0

Figura 3.- Exemplo de Matriz de Classificação com 10 classes

8.5 Resultados da classificação Supervisionada

Para obter um maior desempenho na classificação final, consequentemente com menor porcentagem de omissão e confusão, algumas classes tiveram de ser englobadas em uma única classe criada para este fim.

Após a execução da classificação pelo método da máxima verossimilhança, sobre cada uma das sub-imagens foi possível obter módulos de imagens temáticas com as seguintes classes:

FLORESTA

Esta classe apresentou dificuldades de classificação em certas áreas que apresentavam um relevo mais movimentado. Nestas áreas com ocorrência de sombras, a resposta espectral da floresta apresenta-se muito semelhante à capoeira, confundindo com isso os valores dos pixels na análise de amostra e na matriz de classificação. Para atenuar este problema não foram coletadas amostras de floresta nestes locais. As áreas não classificadas pelo computador foram interpretadas visualmente.

SOLO EXPOSTO

Nesta classe foram agrupadas, além das áreas sem cobertura vegetal, aquelas áreas que mesmo com uso apresentavam uma alta reflectância do solo. Desta forma, as áreas de pimenta-do-reino, maracujá, banana e hortaliças foram reunidas nesta classe, que não apresentou dificuldades no seu mapeamento, pois apresentam um padrão muito definido em todas as imagens trabalhadas.

CAPOEIRA

Como este tipo de vegetação apresenta vários níveis de desenvolvimento (capoeirinha, capoeira e capoeirão), optou-se por agrupá-las em uma única classe na classificação digital, separando assim esta classe das demais. Após este procedimento, utilizou-se os diapositivos com a composição colorida para separá-las em sub-classes.

PASTO LIMPO

Nesta classe as formas regulares, geralmente ao longo das rodovias e o matiz "rosa" característico destas áreas, não dificultaram a aquisição de boas amostras para esta classe, que foi mapeada sem qualquer confusão com outras classes.

PASTO SUJO

Esta classe também apresenta formas e matizes bem definidas. Porém, devido aos vários estágios de desenvolvimento da vegetação secundária, houve certa confusão em alguns limites com esta classe, que foi também solucionada através da interpretação visual da composição colorida.

CULTURA AGRÍCOLA 1

Esta classe corresponde às áreas ocupadas por culturas que apresentam menos de 60% de exposição do solo. Aqui aparecem as culturas de mandioca e cacau. A dificuldade em mapear esta classe foi devido principalmente ao reduzido tamanho ocupado por estas áreas, dificultando a aquisição de amostras bem representativas.

QUEIMADA

Esta classe também não apresentou problemas de classificação, devido ao fato de apresentar valores de "pixels" bem diferentes de todas as classes, não havendo assim nenhuma confusão na classificação digital.

ÁGUA LIMPA E ÁGUA SUJA

Esta subdivisão foi feita apenas para fins didáticos, pois na fase de classificação atribuiu-se a mesma cor para as duas classes, formando assim uma única classe "água".

CULTURA AGRÍCOLA 2

Nesta classe foram agrupadas as culturas agrícolas extensivas como a seringueira e o dendê. Apresentaram ligeira confusão com a classe capoeira, porém suas formas definidas serviram para que esta classe pudesse ser discriminada sem maiores dificuldades.

Vale a pena salientar que tanto as características da composição colorida como a chave de interpretação utilizadas para as eventuais interpretações visuais executadas sobre as áreas não classificadas pelo computador, obedeceram o mesmo padrão descrito por Sano et alii, 1988 e 1989. Por isso, achamos conveniente não acrescentar a este texto tais descrições, limitando-nos apenas a descrever os problemas surgidos durante a classificação digital.

Como o trabalho ainda se encontra em andamento, não foi apresentada avaliação global das áreas mapeadas.

9 - CONCLUSÃO

Com a instalação do processador numérico rápido no SITIM, está sendo possível a utilização da classificação digital para o mapeamento de grandes áreas.

As limitações inerentes à classificação digital podem ser contornadas através da interpretação visual dos diapositivos nas áreas não classificadas ou classificadas incorretamente.

Esta metodologia quando comparada com a metodologia utilizada por Sano et alii (1988 e 1989) permite uma redução de até 50% no tempo gasto para interpretar os módulos de imagem. Entretanto, requer pessoal com experiência na realização de classificação digital no SITIM.

Recomenda-se que seja realizada uma verificação nos programas de classificação digital instalados no SITIM - porque não estão funcionando corretamente quando são utilizados mais de três bandas para classificação no disco rígido.

10 - BIBLIOGRAFIA

CONVÊNIO ETRONORTE/INPA. Levantamento de solos da área de influência do reservatório da represa de Tucuruí. Manaus, INPA - Cpto. de Ciências Agrônomicas, 1983. 167p. Ilust. (Relatório Semestral, 5)

CONVÊNIO SUDAM/IPFAM. Zoneamento agrícola da microcresção 19. Estado do Pará, Belém, EMBRAPA, 1975. 141p. Ilust.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (DSG). Cartas do Brasil na escala 1:100000. Rio de Janeiro.

DNPM. PROJETO RADAM. Folha SA-22 Belém. Geologia. Geomorfologia. Solos. Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro, 1974. Ilust. mapas. (Levantamento de Recursos Naturais, 5).

DUTRA, L.V. et alii. Análise Automática de Imagens Multiespectrais. São José dos Campos - SP. INPE, 1981. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2, Brasília, 10-14 maio, 1982

EMBRAPA/CPATU. Abdiação edafoclimática da região situada entre a Serra dos Caraiás e o Porto de Itaquí para mandioca, bacuri, dendê, cana-de-açúcar e seringueira. Belém, 1980. 16p. mapas. (EMBRAPA/CPATU). (Boletim de Pesquisa, 18)

EMBRAPA/CPATU. Solos da área do Ecoregão Grao de Caraiás. Belém, 1982. 19p. Ilust. (EMBRAPA/CPATU. Documentos, 11)

SUDAM/PROFIO DE MICROCLIMATOLOGIA E CLIMATOLOGIA DA AMAZÔNIA. Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira. Belém, 1984 (publicação, 39)