

ELABORAÇÃO DE METODOLOGIA DE ATUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DA REGIÃO AMAZÔNICA UTILIZANDO IMAGENS DOS SATÉLITES LANDSAT-7 E CBERS-1

**Lauro de Miranda Quadros
Luiz Carlos Teixeira Coelho Filho
Lupuna Corrêa de Souza
Marcos Sebastião Ataíde
Nabor Santiago da Fonseca
Robson Pereira Alvares
Wesley Luis Pacheco**

**4ª DIVISÃO DE LEVANTAMENTO
SUBDIVISÃO TÉCNICA
SEÇÃO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS
Rua Marechal Bittencourt nº 97
Bairro Santo Antônio
MANAUS – AM**

RESUMO

O desenvolvimento deste trabalho tem por fim estabelecer uma metodologia para atualização cartográfica na região amazônica utilizando imagens de satélite. Como base foi utilizada a norma formulada pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG). Pelo fato de a região Amazônica possuir peculiaridades adversas as demais regiões brasileiras, relacionadas ao seu ciclo hidrológico e dificuldades de acesso, faz-se necessária a adaptação dos trabalhos convencionais à região em questão. O estudo aborda os prós e contras de se adotar um modelo de classificação supervisionada em detrimento ao método automático, dada a quantidade menor de classes. Também é estudada a possibilidade de atualização de hidrografia baseada em imagens de cheia e vazante. Por fim, trabalhos de campo estão sendo realizados com vista a desenvolver uma biblioteca de classes, que solucione as diferenças específicas destas áreas.

ABSTRACT

This work aims to establish a methodology for cartographic actualization in the Amazon region, using satellite images. The Standards of the Geographic Service of the Brazilian Army were used as a basis for this study. The fact that the Amazon region has some peculiarities if compared with other regions, most of them related to its hydrologic cycle and accessibility difficulties, obliges the adaptation of these standards for this region. The study discusses the pros and cons of adopting a supervised or unsupervised classification model, based on the smaller amount of classes. The possibility of actualizing hydrographic accidents using images of flood and drought periods is also studied. Field works are being done as well, with the objective of establishing a classes' library, that will solve the specific differences of these areas.

1 INTRODUÇÃO

Já há alguns anos, a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro vem aproveitando o potencial de utilização de imagens de sensores remotos para atualização cartográfica. Tal trabalho veio a culminar nas Normas Provisórias para Atualização com Imagens de Satélite (NPAIS), publicadas em meados de 2002. Entretanto, muitos dos exemplos e temas abordados no decorrer deste processo foram baseados em regiões do país diferentes da Amazônica, caracterizadas em geral por uma

grande variedade de classes humanas e uma menor variedade de classes naturais.

Desse modo, esse trabalho visa a adaptar os procedimentos preconizados pelas NPAIS à Região Amazônica e suas peculiaridades, uma vez que esta região cobre cerca da metade do território nacional e carece muitíssimo de uma base cartográfica atualizada para atender às necessidades de desenvolvimento sustentável que a ela se apresentam.

2 ANÁLISE INICIAL

Entre as características principais das imagens de satélite sobre a floresta amazônica, destacam-se a presença de inúmeras classes de água, devido a diferenças físico-químicas, de sedimentação e correnteza dos rios. Há também algumas classes de vegetação, em geral florestas – incluindo-se aí também os campos de várzea. De resto, surgem, em geral, pequenos povoamentos e áreas de cultivo de subsistência ou pastagens, acopladas a desmatamentos que deixam o solo completamente exposto ao intemperismo em grandes extensões de terra.

Como dentre os membros da Subseção de Processamento de Imagens da 4ª DL, apenas uma pessoa é nativa da região, uma primeira fase do trabalho deu-se com a ida a campo, numa área próxima de Manaus, com o intuito de se comparar feições no terreno com o que se via na imagem. Ao todo três idas a campo foram realizadas: duas por via terrestre (picape) e uma por via aérea (helicóptero). Ao fim delas, pôde-se elaborar uma breve “biblioteca de classes analógica”, com figuras ilustrativas de feições no campo e na imagem, a fim de facilitar o processo de coleta de amostras por parte dos membros da seção.

3 POTENCIAL DE ATUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DE DIFERENTES IMAGENS MULTIESPECTRAIS

Nesse teste, foram utilizadas imagens de três sensores diferentes: Landsat 7 ETM+, CBERS CCD e Terra ASTER. As imagens Landsat já faziam parte de nossa biblioteca. As imagens CBERS foram gentilmente cedidas pelo INPE para fins de pesquisa. As imagens Aster não faziam parte do escopo inicial do projeto, porém, por terem surgido em boa hora, através de um convênio com a Universidade Federal do Amazonas, foram incluídas no trabalho.

O satélite Landsat 7 já é de uso consagrado para aplicações em geociências. É o mais recente desenvolvimento de série que já conta com mais de 30 anos de atividade. O sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper* + - Mapeador Temático Evoluído +) imageia em diversas bandas (Tabela 1). É o sensor preconizado pelas Normas Provisórias de Atualização por Imagem de Satélite, da Diretoria de Serviço Geográfico (Exército Brasileiro).

Tabela 1 - Bandas do sensor ETM+
(Fonte: Lillesand, Kiefer, 2000)

Banda	Faixa (µm)	Resolução (m)	Nome usual
1	0,450-0,515	30	Azul
2	0,525-0,605	30	Verde
3	0,630-0,690	30	Vermelho
4	0,750-0,900	30	Infravermelho próximo

Banda	Faixa (µm)	Resolução (m)	Nome usual
5	1,550-1,750	30	Infravermelho médio
6 (dois ganhos)	10,400-12,500	60	Infravermelho termal
7	2,090-2,350	30	Infravermelho distante
8	0,520-0,900	15	Pancromática

O satélite CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite* - Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) é fruto de cooperação entre os governos brasileiro e chinês. Possui como vantagem o preço bastante acessível de suas imagens. Há nele três sensores, sendo o de maior interesse para aplicações de cartografia sistemática a câmera chinesa CCD, cujas características estão melhor explicitadas na Tabela 2. Ressalta-se a possibilidade de rotação da câmera, permitindo a aquisição de pares estereoscópicos em datas diferentes, permitindo o processamento fotogramétrico dos mesmos.

Tabela 2 - Bandas do sensor CCD (Fonte: INPE)

Banda	Faixa (µm)	Resolução (m)	Nome usual
1	0,510-0,730	20	Pancromática
2	0,450-0,520	20	Azul
3	0,520-0,590	20	Verde
4	0,630-0,690	20	Vermelho
5	0,770-0,890	20	Infravermelho próximo

O satélite Terra, fruto de cooperação nipo-americana apresenta diversos sensores, sendo o ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* - Radiômetro Espacial Avançado de Emissão Termal e Reflexão) mais interessante neste caso. Uma característica importante desse sensor é a existência de uma outra câmera rotacionada para trás que capta imagens na banda 3 (infravermelho próximo) desse sensor, permitindo então o processamento e extração de informação tridimensional do terreno utilizando a banda 3 da câmera principal e essa imagem adicional. A tabela 3 resume as principais características do ASTER.

Tabela 3 – Principais características do sensor ASTER

Banda	Faixa (µm)	Resolução (m)	Nome usual
1	0,520-0,600	15	Verde
2	0,630-0,690	15	Vermelho
3N (a nadir)	0,760-0,860	15	Infravermelho próximo
3B (rotacionada)	0,760-0,860	15	Infravermelho próximo

Banda	Faixa (µm)	Resolução (m)	Nome usual
4	1,600-1,700	30	Infravermelho médio
5	2,145-2,185	30	Infravermelho distante
6	2,185-2,225	30	Infravermelho distante
7	2,235-2,285	30	Infravermelho distante
8	2,295-2,365	30	Infravermelho distante
9	2,360-2,430	30	Infravermelho distante
10	8,125-8,475	90	Infravermelho termal
11	8,475-8,825	90	Infravermelho termal
12	8,925-9,275	90	Infravermelho termal
13	10,250-10,950	90	Infravermelho termal
14	10,950-11,650	90	Infravermelho termal

meta-arquivos no *software* Envi, compreendendo, para a Landsat e para a Aster, 6 e 9 bandas multiespectrais, respectivamente (à exceção das termais). Para a CBERS, apenas as equivalentes a B, C e D.

As três demonstram com um certo grau de razoabilidade as feições encontradas na região amazônica: mancha urbana, águas sedimentadas ("barrentas"), águas escuras, solo exposto, culturas e diferentes tipos de mata, a saber: mata de várzea, mata de igapós e mata de terra firme.



Figura 01 - Cena do sensor ASTER (Composição CDB)

Para padronizar a nomenclatura das bandas, foi criada uma tabela comparativa para uso interno, a fim de gerar uma codificação única. De agora em diante será utilizada esta padronização.

Tabela 4 - Padronização de bandas

Banda	Equivalente ETM+	Equivalente CCD	Equivalente ASTER
A	1	2	-
B	2	3	1
C	3	4	2
D	4	5	3
E	5		4
F	7		5+6+7+8
G	-		5
H	-		6
I	-		7
J	-		8
K	-		9
L	-		10
M	-		11
N	-		12
O	6		-
P	-		13
Q	-		14

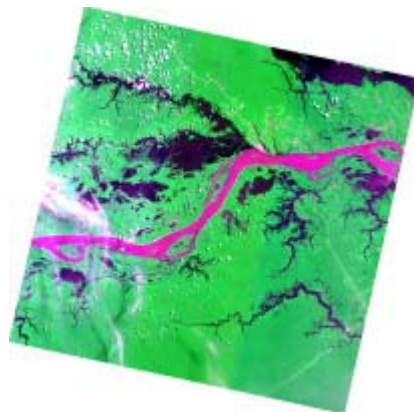


Figura 02 - Cena do sensor CBERS (Composição CDB)

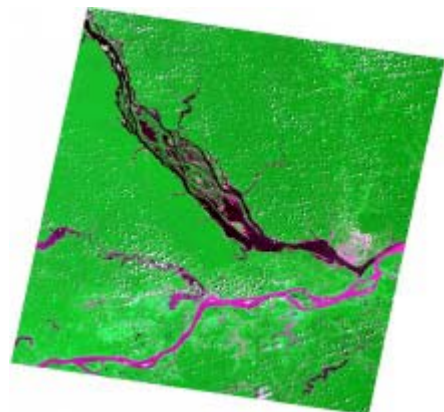


Figura 03 - Cena do sensor Landsat Composição (CDB)

Foram escolhidas cenas (figuras 01, 02 e 03) do entorno da cidade de Manaus: Landsat ETM+ O-231 P-062, de 26/11/1999, CBERS CCD O-173 P-104, de 28/08/2002 e Terra ASTER O-001 P-078, de 23/08/2001. O significa "órbita" e P significa "ponto". Elas foram separadas em

Destaca-se o fraco discernimento de padrões texturais nas imagens CBERS, o que infelizmente empobrece ainda mais seu potencial de utilização automatizado, tornando difícil a separação de campos e florestas para a coleta de amostras. Além disso, um erro sistemático causa a impressão de uma tela estendida sobre a imagem. Soma-se a isso uma menor quantidade de bandas disponíveis (apenas três, já que a banda 2 – azul, encontra-se inservível).

Para maiores esclarecimentos, a mata de igapó fica inundada durante cerca de dez meses do ano, e apresenta diversas variedades de palmáceas. A mata de várzea cresce em regiões alagáveis durante as cheias dos rios. Já a mata de terra firme surge em áreas que não são cobertas pelas águas nos períodos de cheias. É comum haver algum tipo de inundação severa e trechos de mata de terra firme serem ocasionalmente encobertos, acarretando na morte da vegetação que lá se encontra. Outra vegetação que surge com frequência nas áreas bastante sujeitas a alagamentos são os campos de várzea, formados por uma espessa vegetação de gramíneas que atingem até um metro de altura. Para a cartografia sistemática, não há a necessidade de se mapear diferentes tipos de floresta. Interessa, sim, separar as vegetações densas das arbustivas e dos campos (como os de várzea). Entretanto, para fins de coleta de classes, é interessante colher amostras dos três tipos de mata e suas subdivisões.

Nesse ponto, a metodologia das NPAIS amarra a coleta de pontos para georreferenciamento das imagens, a fim de se gerar o arquivo de atualização de linhas (no caso das imagens Landsat, após a fusão) e o de atualização de áreas (imagem classificada e depois georreferenciada). As normas exigem erros menores que 1 pixel, sempre que possível, nessa etapa. Esse é um ponto muito delicado na Amazônia, onde diversas cenas possuem somente cruzamentos de hidrografia, que muda a cada ano, seja por enchentes e vazantes, seja por erosão das margens dos rios. Assim, não é anormal encontrar erros que chegam a quase 3 pixels, sendo absolutamente comum o fechamento em 2 pixels de erro. Uma maior discussão sobre o assunto será estabelecida na conclusão

3.1 ATUALIZAÇÃO DE LINHAS

Somente as imagens Landsat necessitam de fusão nesse caso, uma vez que tanto as CBERS quanto as Aster não dispõem de banda pancromática com melhor resolução.

As feições lineares mais comuns na Amazônia são as estradas (quando existem). Elas são as maiores artérias do desmatamento, subdividindo-se em vicinais (aqui chamadas de ramais) perpendiculares, formando a famosa estrutura em “espinha de peixe”. Desse modo, mesmo que para aquela escala não seja necessária a restituição de determinados ramais, é interessante que estes sejam representados, pois na maioria dos casos não haverá uma escala maior para aquela região.

Tendo em vista esses aspectos, vê-se que a imagem CBERS perde em relação às outras duas por causa de sua pouca nitidez textural (figura 04). As imagens

Landsat (fundida) e Aster apresentam melhor nitidez. Também não possuem tanto ruído, o que permite uma filtragem do tipo “passa-alta”, que realçará ainda mais esse tipo de feição.

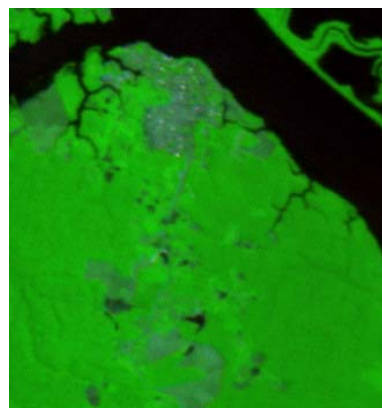


Figura 04 – Imagem CBERS (Exemplo de nitidez textural)

3.2 ATUALIZAÇÃO DE ÁREAS

As normas relacionam dois tipos de procedimentos em separado para a atualização de áreas: um, envolvendo a seleção manual de amostras e outro de forma automatizada.

No primeiro, devem ser coletadas amostras de diferentes classes de interesse para a cartografia sistemática, a saber: águas, terrenos inundáveis, solo exposto, vegetação rasteira, arbustiva e densa, brejos, reflorestamentos, culturas permanentes e temporárias e mancha urbana. Devem ser tomados procedimentos de modo a verificar a separabilidade entre as amostras que podem, e devem, ser subdivididas (p.ex.: água 1, água 2, água 3, etc.). Para isso, elas são visualizadas em um dispersograma n-dimensional e dados estatísticos (do tipo distância Jeffries-Matusita) são computados.

No segundo caso, a seleção de amostras é feita pelo computador. Realiza-se uma rotação MNF (*Minimum Noise Fraction*) sobre a imagem, reduzindo-a somente a alguns componentes principais. Sobre ela, é calculado o índice de pureza do pixel e aí, somente a partir dos pixels puros e realizada a segmentação.

Dois métodos de classificação são recomendados: o de máxima verossimilhança (*maximum likelihood*) e o de ângulo espectral (*spectral angle mapper*). É importante ressaltar que o software utilizado pela DSG é o Envi, da *Research Systems*, atualmente na versão 3.6.

De modo a uniformizar o experimento, foi selecionada uma área concomitante nas três imagens (Figura 05), a qual apresenta diversas feições de interesse da Região Amazônica, as quais, em um primeiro momento, foram coletadas da seguinte forma:

Água 1, 2 e 3: águas negras (Rio Negro), águas sedimentadas (Rio Solimões) e águas misturadas;

Inundação: campos de várzea;

Terreno Exposto: praias, desmatamentos irregulares, etc;

Mata 1: mata fechada;

Mata 2: mata aberta, seja por estar em crescimento após um desmatamento, seja por se situar em áreas de transição de campos de várzea para mata de igapó;
 Cultura 1: áreas de solo razoavelmente exposto com plantação em crescimento;
 Cultura 2: áreas com culturas em pleno crescimento;
 Nuvem;
 Sombras de nuvens;

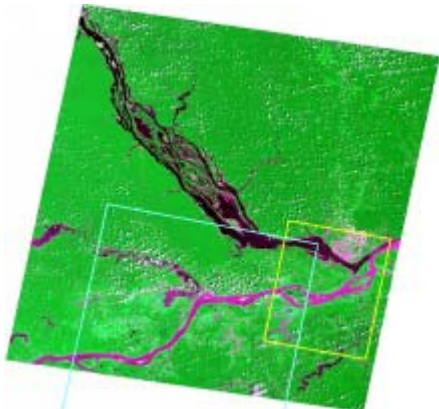


Figura 5 – Delimitação da área estudada através da interseção dos dois polígonos

Procurou-se coletar regiões iguais nas três imagens, sendo a coleta feita classe por classe, imagem por imagem (figura 06).

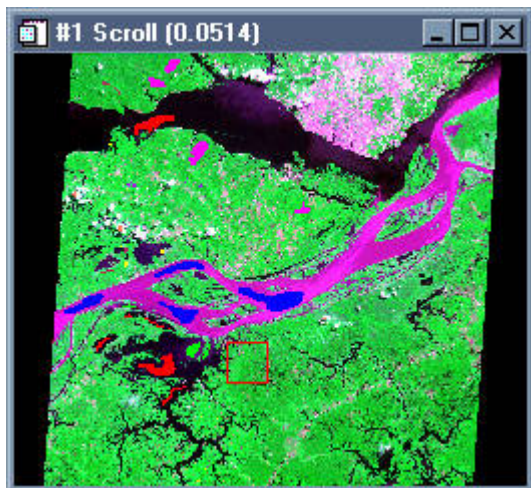


Figura 06 – Coleta de amostras

Os dispersogramas para as três imagens são apresentados nas figuras 07, 08 e 09 .

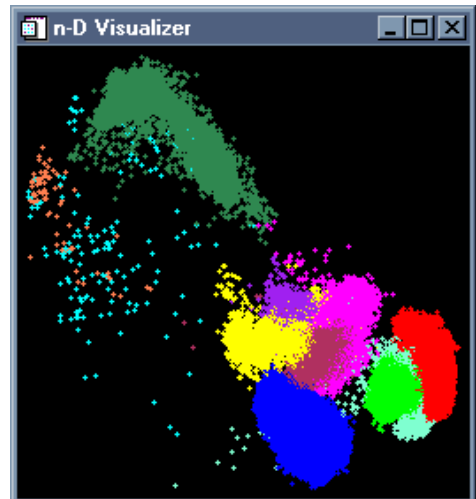


Figura 07 – Dispersograma das amostras do sensor Aster

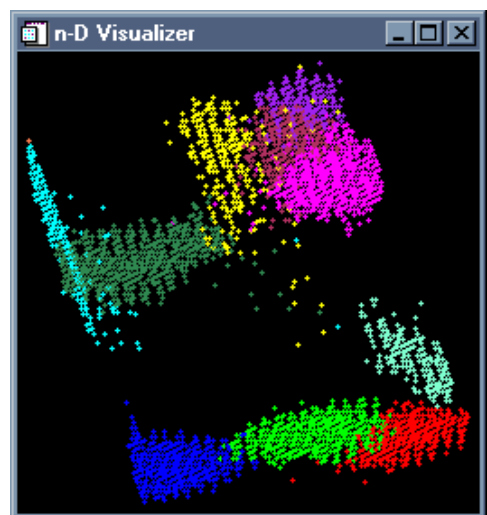


Figura 08 – Dispersograma das amostras do sensor CBERS

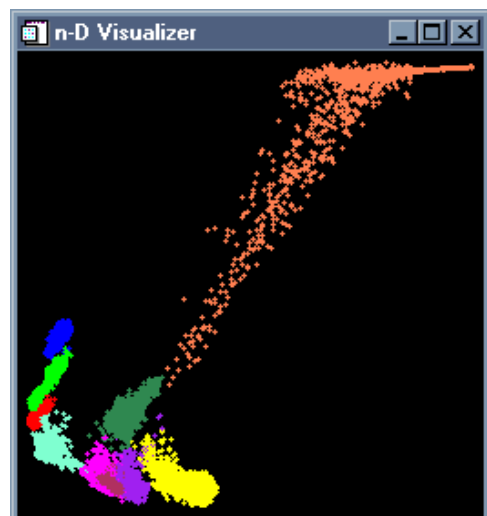


Figura 09 – Dispersograma das amostras do sensor Landsat

Como se pode ver, as únicas classes que não apresentam uma distribuição condensada são as nuvens e as sombras. Como essas foram incluídas apenas para que seus resultados sejam retirados da classificação final, foram mantidas do jeito que estão.

Os relatórios de distância JM evidenciaram valores menores que 1,90 (o mínimo aceitável) entre as classes Inundação e Cultura 2 e Terreno Exposto e Cultura 1. Tal fato explica-se, pois trata-se de feições semelhantes, mesmo que sendo utilizadas para fins diferentes. Tais classes foram coligadas e, em caso de atualização, deverá haver uma separação visual do que é campo de várzea e do que é campo de pastagem e do que é solo limpo para cultura em relação a solo exposto natural ou deflorestado. Neste último caso, a representação cartográfica é igual. No primeiro, há que se verificar a uniformidade das feições para discerni-las, o que aumenta o trabalho de classificação.

Desse modo, foi realizada a classificação sobre estas amostras. Observou-se que muitas áreas foram classificadas como “sombras de nuvens” quando não deveriam sê-lo. Tal fato já foi esclarecido conforme explicado acima.

As classes de interesse foram unidas e as outras, apagadas. Dois algoritmos foram aplicados sobre as imagens classificadas: o *clump* e o *sieve*. O resultado final para as três imagens está exibido na figuras 10, 11 e 12.

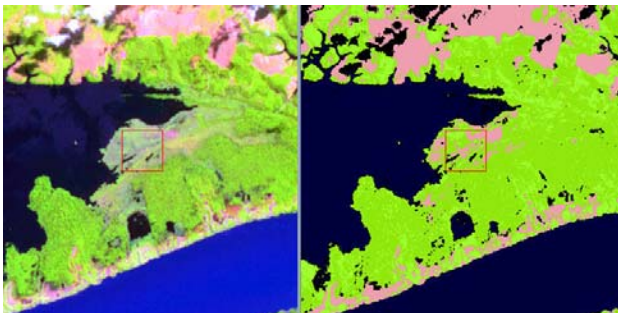


Figura 10 – Resultado de classificação da imagem do sensor Aster com aplicação dos algoritmos *clump* e *sieve*

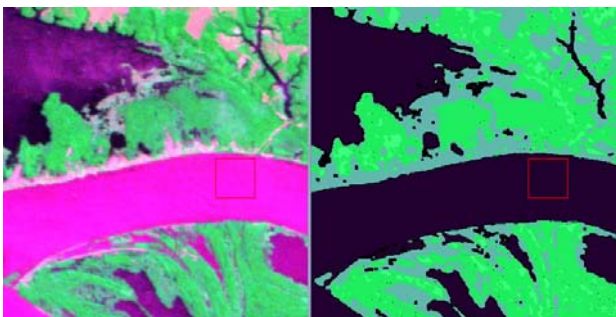


Figura 11 - Resultado de classificação da imagem do sensor CBERS com aplicação dos algoritmos *clump* e *sieve*

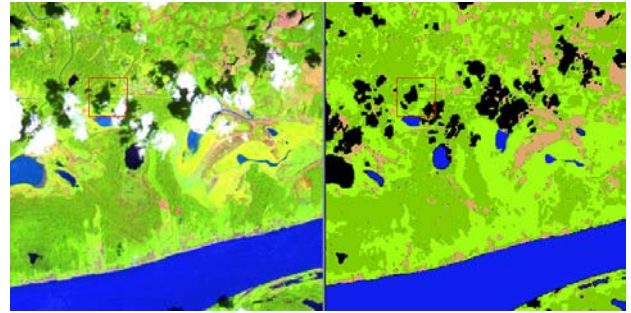


Figura 12 - Resultados de classificação da imagem do sensor Landsat com aplicação dos algoritmos *clump* e *sieve*

Na medida do possível, não houve confusão entre as classes finais, a não ser entre as quatro já citadas (duas a duas), à exceção da imagem CBERS, onde não foi possível separar vegetação rugosa (mata – mata 1 e mata 2) de vegetação lisa (campo – inundação e cultura 1). Entretanto, para as outras classes, a imagem CBERS foi suficiente, apresentando um *kappa* de 0,928 no relatório, em comparação a 0,929 para a imagem Aster e 0,935 para a imagem Landsat.

Um outro teste foi feito, desta vez com a classificação automática. Para isso foi empregado o aplicativo IsoSpec, de autoria da Sulsoft (distribuidora do Envi no Brasil). Ele realiza seqüencialmente todas as tarefas supracitadas para a classificação automática enunciada na metodologia. Infelizmente, devido ao pequeno número de bandas, não foi possível realizar tal teste sobre as imagens CBERS.

Os resultados são apresentados na figura 13.

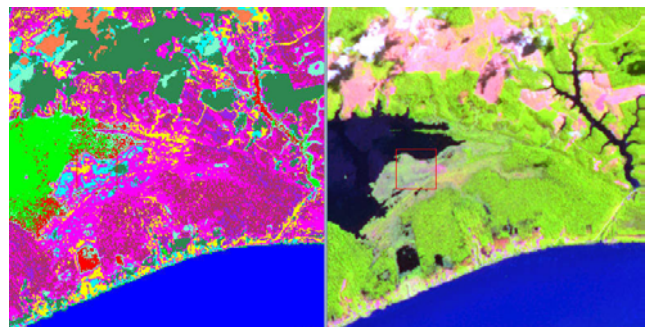


Figura 13 – Resultado da classificação automática da imagem do sensor Aster.

A solução encontrada para tal problema foi a realização da classificação através do método convencional, coletando as áreas de interesse e após o refinamento das amostras realizar o processamento dos dados.

Observou-se que os resultados apresentados para elementos de vegetação não foram satisfatórios, apesar da preocupação em se fazer uma coleta de amostras rigorosa.

Diversas áreas de vegetação, visualmente com a mesma resposta, o resultado da classificação apresentou classes diferentes.

Contudo observou-se que as imagens CBERS poderiam ser utilizadas para classificação de massas d'água

Como é de conhecimento de todos a região Amazônica possui dois períodos climáticos distintos, vazante e cheia. Com o degelo dos Andes e as chuvas freqüentes no inverno, observa-se o aumentando do volume de água nos rios (figura 14), e na vazante volume dos rios diminuem consideravelmente em função da escassez de chuvas

Este fator dificulta sobremaneira a atualização e confecção das cartas topográficas da região. A proposta do grupo de trabalho foi a utilização de imagens CBERS para a determinação das áreas de terreno sujeito a inundação, que são cobertos por nuvens no período de chuva e a determinação do leito dos rios no período de vazante (figura 15). Para tal foram adquiridas imagens CBERS, de datas diferentes, porem da mesma órbita ponto. Observando-se o critério de que toda a área a ser mapeada deverá ter um conjunto de imagens do período de chuva e outro conjunto do período de vazante.

Após a coleta de amostras das áreas de interesse, e findo o processo de classificação, os resultados serão submetidos a processos de edição de classes e filtros afim de melhorar o produto da classificação, combinado, editando e até eliminando classes que não mereçam representação dentro de determinada escala ou que não possuam representação cartográfica significativa.

De posse desses arquivos que sofreram um refinamento, faz-se necessário a "vetorização" dos contornos do período de chuva (figura 16), e os contornos das classes de massa d'água do período de vazante (figura 17). A diferença entre eles nos dará a área do leito do rio e a área de inunda, evitando assim que cartas vizinhas e confeccionadas em períodos distintos apresentem áreas de massa d'água absurdamente desiguais.

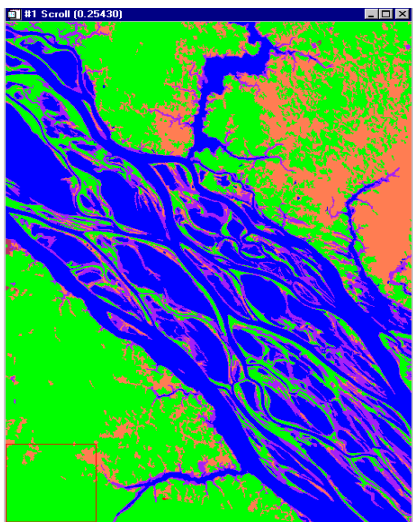


figura 14 – Resultado da classificação do sensor CBERS data da passagem 08/2001

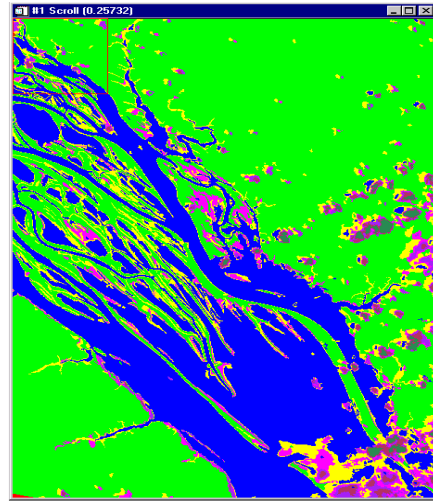


figura 15 – Resultado da classificação do sensor CBERS data da passagem 10/2001

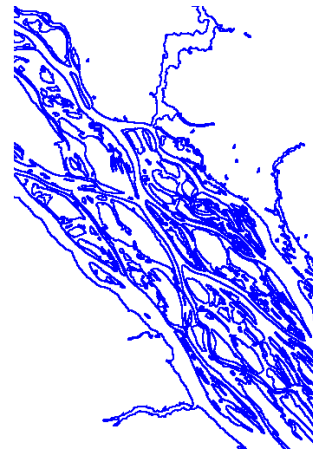


figura 16 – Vetorização dos contornos de massa d'água da classificação da imagem CBERS passagem 08/2001.

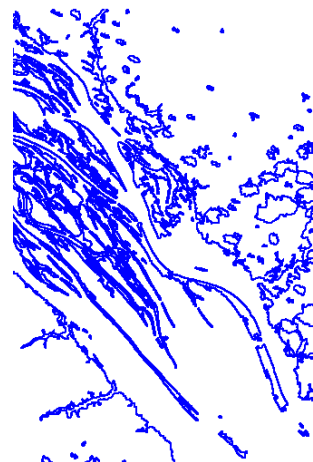


figura 17 – Vetorização dos contornos de massa d'água da classificação da imagem CBERS passagem 10/2001.

4 CONCLUSÕES

Este texto teve o intuito de dar um passo inicial no sentido de se adaptar a metodologia ora existente às necessidades da região amazônica. Nesse sentido, verificou-se que, dado o menor número de classes aqui presente, não se perde tanto tempo na coleta das mesmas, o que privilegia a seleção manual de amostras. Ademais, também permite o uso das imagens CBERS para atualização cartográfica.

Estas, infelizmente, não se mostraram viáveis para todo o processo. Embora obtenham um resultado aceitável na classificação de áreas, para a atualização de linhas deixam muito a desejar. Entretanto, são muito mais acessíveis, e podem ser utilizadas em tarefas auxiliares, como uma complementarão da classificação e separação de contornos de rios em épocas de cheia e seca, o que auxiliaria bastante na atualização da hidrografia, que, em geral, só se faz sobre as margens do momento de aquisição das imagens.

As imagens Aster mostraram-se um produto excepcional, comparando-se às Landsat em diversos quesitos. Soma-se a isso a obtenção de três bandas já com 15 m de resolução, o que dispensa o processamento adicional da fusão para a aquisição de dados sobre feições lineares. A classificação também deu-se com um bom grau de compatibilidade. A mesma permite a geração de modelos digitais do terreno, pois possui uma câmera rotacionada, adquirindo pares estereoscópicos em tempo real. Sua única desvantagem reside no tamanho ínfimo da cena, se comparada com a Landsat. É uma excelente alternativa em caso de falta da imagem Landsat para este tipo de tarefa.

Também é importante frisar que estes procedimentos foram tomados em regiões de características amazônicas, estando tais decisões condicionadas a este tipo de ambiente. É sabido que, em regiões de maior dinâmica populacional, como o Centro-Sul, torna-se inviável a coleta individual de amostras, pois há inúmeras pequenas feições de culturas e ocupações humanas diversas. Já na região amazônica, acabou tornando-se um processo mais demorado (três horas – classificação manual e cinco horas – classificação automática) desde a coleta até a mescla e edição de classes.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Jürgen Langenwalter, da Geoserve: pela consultoria prestada em todos os momentos do trabalho.

Ao Maj Clóvis Gaboardi, do Instituto Militar de Engenharia: pela intercessão junto ao INPE a fim de se conseguir um conjunto de imagens CBERS da região do entorno de Manaus.

Ao Cap Miguel Telles Jr., do Comando de Operações Terrestres: pelo suporte referente às imagens Aster da região.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Crósta. Á. P., 1993, Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto, Unicamp, Campinas, Brasil.
- Lillesand. T. M., Kiefer. R. W., 2000, Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons, Estados Unidos.
- Novo. E., 1992, Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. Edgard Blücher, São Paulo, Brasil.
- Robinson. et al, 1995, Elements of Cartography, John Wiley & Sons, Estados Unidos.
- Tueller. P., 2002, Remote Sensing of Range Production and Utilization, University of Nevada Reno, Reno, Estados Unidos.
- NPAIS, 2002, Normas Provisórias para Atualização com Imagens de Satélite, Diretoria de Serviço Geográfico do Exército
- Vergara, O. R. e J.P. Cintra, J.C.L. d'Alge, 2001, Avaliação da exatidão cartográfica de documentos atualizados com imagens orbitais e sistemas de informação geográfica, Anais do XXII Congresso Brasileiro de Cartografia, Porto Alegre – RS.
- Soares, D. M., L. M. Quadros e J. W. Campos, 2001, Utilização de produtos de sensoriamento remoto para atualização de base cartográfica, Anais do XXII Congresso Brasileiro de Cartografia, Porto Alegre – RS.